

Naciones Unidas
Comisión Económica
para América Latina

Banco Interamericano
de Desarrollo

Programa BID/CEPAL
sobre Investigaciones en
Temas de Ciencia y Tecnología
Monografía de Trabajo Nº 13

PRODUCTIVIDAD, TECNOLOGIA
Y ESFUERZOS LOCALES
DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Jorge Katz
Mirta Gutkowski
Mario Rodríguez
Gregorio Goity

Distr.
RESTRINGIDA
BID/CEPAL/BA/23
Marzo de 1978
ORIGINAL: ESPAÑOL

780302

Jorge Katz es Director del Programa BID/CEPAL de Investigaciones en Ciencia y Tecnología en América Latina.

Mirta Gutkowski, Mario Rodríguez y Gregorio Goity han colaborado en distintas etapas de la presente investigación, dejándose expresa constancia de que el segundo de los nombrados -miembro del Consejo Federal de Inversiones de la República Argentina- fue gentilmente autorizado por dicha institución para formar parte del elenco de investigación del Programa BID/CEPAL durante el año 1977.

Oficina de la CEPAL en Buenos Aires
Cerrito 264 - 5º piso
1010 - Buenos Aires - Argentina

AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer el incansable apoyo del Ing. A.V. Iglesias, y de los Dres. F.R. Scheriantz y C.A. Sierra de Ducilo, Casa Central, así como de los Sres. P. Mucci, Dr. F.A.J. Scholtz y J. Janicec de la planta industrial que dicha empresa posee en Berazategui, Pvcia. de Buenos Aires.

Asimismo, expresamos nuestro reconocimiento para con las Gerencias de Sniafa y Reysol por haber accedido a colaborar con esta investigación, y para con los miembros del Programa de Investigaciones BID/CEPAL que aportaron valiosos comentarios durante el curso de la presentación de este trabajo en varios seminarios internos.

Obviamente ninguna de las opiniones aquí vertidas comprometen a los nombrados o a las agencias internacionales -BID y CEPAL- que copatrocinan el Programa de Investigaciones en cuyo marco fue realizado este estudio.

I N D I C E

	Pág.
I. Los temas centrales de la presente investigación.....	1
II. La tecnología de Ducilo Rayon	7
Descripción del proceso de fabricación del rayon	7
III. La performance económica de largo plazo	11
Introducción	11
Primer programa de expansión de planta (1941)	14
Hilatura de alta velocidad (1946 en adelante)	15
Insalubridad (1947)	16
Simplificación textil a partir de los años 1950	16
Aumento rutinario del denier promedio	17
Aumentos del tamaño de conos (1961)	18
Modernización de las secciones de Hilandería, Lavadero y Purificación de Tortas (1962-1963)	19
Detergentes (1963)	20
Viscosa de altos sólidos (segunda mitad de la década de los años 1960)	21
IV. Las fuentes del crecimiento económico	23
Principales determinantes del crecimiento	23
'Output-mix' y simplificación textil	25
Plantel de maquinarias y sustitución de factores en Hilandería ...	26
Velocidad de hilatura	28
Sustitución de factores en Lavadero y Purificación de Tortas	29
Aumentos en el denier	30
Eficiencia en el uso de los insumos físicos	32
Ritmo y naturaleza de los esfuerzos tecnológicos domésticos	35
1. Hilatura de tubo	39
2. Hilatura de Altos Sólidos	40
V. Calidad, nuevos productos y externalidades	43
1. Introducción	43
2. Calidad	44
3. Lanzamiento de nuevos productos	46
4. Externalidades del conocimiento tecnológico generado por Ducilo	47
a. Desarrollo de proveedores	48
b. Asistencia técnica a clientes	49
VI. Un modelo simple de comportamiento	53
A. La empresa, el producto y la relación con la casa matriz	53
A.1. El producto	53
A.2. La casa matriz	54
A.3. La firma local	54
B. El mercado del rayon	55
C. Los condicionantes macroeconómicos	55
La historia de Ducilo Rayon y la Teoría Económica	56

	Pág.
APENDICE	67
VII. Principales resultados de esta investigación	71
Definición y carácter 'endógeno' y 'localizado' del cambio tecnológico	71

GRAFICOS

Proceso Rayon	9
1. Evolución del producto físico y la productividad laboral 1937-1974	13
2. "De-cumulación" de capital y sustitución de factores de hilandería	27
3. Precios de pulpa y soda cáustica	33
4. Sueldos y salarios en experimentos mecánicos y químicos	36
5. Gastos acumulados de investigación y desarrollo	38
6. Costos unitarios seleccionados de mano de obra directa	68
7. Precios y distribución de mercados en un modelo de liderazgo oligopólico	59
8. Contracción de la demanda de rayon al aparecer el nylon	61
9. Entrada de nuevas firmas competidoras y cambios tecnológicos en las empresas menores	62
10. Cambio tecnológico de la empresa dominante	64

CUADROS

1. Evolución del producto y la productividad laboral Ducilo 1937-75..	13
2. Estructura de ventas de Ducilo - 1941-1967	17
3. Determinantes del crecimiento, 1941-1967	24
4. Ahorro de mano de obra relacionada con la "simplificación textil".	25
5. Variables que "explican" el incremento observado de productividad laboral	30
6. Precios de pulpa celulósica y de soda cáustica en distintos sub-períodos de la historia Ducilo Argentina	32
7. Costos unitarios seleccionados de mano de obra directa	69

I. LOS TEMAS CENTRALES DE LA PRESENTE INVESTIGACION

En marzo de 1937 comenzaba a funcionar en las afueras de la ciudad de Buenos Aires la planta productora de rayon de Ducilo S.A., subsidiaria argentina del grupo Du Pont de Nemours and Co. de los Estados Unidos. Así, el rayon era por primera vez elaborado en la Argentina 16 años más tarde del momento en que Du Pont iniciara su fabricación en Buffalo, Nueva York, primera localización en que dicha empresa produjera rayon en los Estados Unidos. 1/

Cuatro décadas más tarde - en 1975 - la planta de rayon de Ducilo cerraba su ciclo de vida productiva en el marco de una situación en la que el rayon rápidamente perdía terreno relativo frente a otras fibras sintéticas.

En el interín de los casi cuarenta años transcurridos entre puesta en marcha y cierre de la planta mencionada, ésta acumula un rico historial industrial y tecnológico que repercute no sólo sobre la performance económica de largo plazo de la planta en sí, sino también sobre la de sus proveedores de materias primas, repuestos y equipos, sobre la de sus clientes y, finalmente, sobre la capacidad global de ingeniería de la firma como un todo, lo que se pone en evidencia al producirse la diversificación de la empresa hacia otros productos como freón y celofán, o al concretarse los distintos programas de modernización fabril ocurridos a lo largo del tiempo. 2/

Habiendo iniciado sus operaciones en 1937 con una productividad laboral del orden de los 0,82 kgrs. de rayon por hora-hombre, hacia la fecha del cierre de planta la misma se había cuadruplicado, lo que supone un crecimiento acumulativo cercano al 3.6% por año. No sólo la productividad laboral sufrió un marcado incremento sino que también otros indicadores variaron significativamente a través del tiempo. Entre éstos se destacan la mejora en la calidad del producto elaborado, el creciente uso de materias primas y equipos locales, etc.

La historia de lo ocurrido, y su explicación en términos de la teoría recibida, resultan complejos y deberán ser encarados paso a paso, prestando atención a una vasta gama de variables y circunstancias, algunas de ellas específicas de Ducilo Argentina, y de su relación con su casa matriz, Du Pont de Nemours, otras

1/ En 1919 existían tres procesos alternativos para producir rayon ninguno de ellos propiedad de Du Pont de Nemours. Entre ellos Du Pont optó por el proceso vía viscosa, el que estaba protegido en Estados Unidos por dos patentes registradas por la American Viscose Corporation. A efectos de comenzar a producir Du Pont adquirió tecnología francesa de Comptoir des Textiles Artificiels (CTA). Algo más tarde también tomó una licencia de una subsidiaria belga de CTA. No es este el primer y último caso de una gran firma multinacional que en sus orígenes comenzara operando bajo licencia para recién contar con tecnología propia varios años más adelante.

2/ En años recientes el elenco de ingeniería de Du Pont Argentina ha transferido tecnología hacia otros países latinoamericanos. En particular, ha realizado diseño, montaje y puesta en marcha de plantas en Chile, Brasil y Bolivia y ha brindado asesoramiento en nylon a un "joint-venture" mexicano-norteamericano radicado en el primero de estos países. En estas tareas el elenco de Ducilo ha tenido oportunidad de capitalizar la experiencia acumulada en su manejo de la planta de rayon que aquí analizamos.

propias del mercado de rayon (y otras fibras sintéticas) y del mayor o menor grado de competencia oligopólica prevalente en el mismo y, finalmente, otras inherentes a la evolución macroeconómica del país, la que a lo largo de los cuarenta años aquí involucrados hubo de transitar a través de diversos 'proyectos nacionales' que, sin lugar a duda, incidieron sobre la conducta de obreros y empresarios, así como sobre la relación entre la empresa y el aparato estatal.

En otros términos, la historia evolutiva de la planta industrial que aquí estudiaremos habrá de ser considerada como resultante de la interacción de variables específicas de la firma y el producto en cuestión, de rasgos propios de la morfología del mercado de rayon y otras fibras, y de circunstancias macroeconómicas generales que afectaron a los diversos agentes económicos involucrados en este área de la producción industrial.

Al margen de la explicitación contenida en el párrafo anterior en lo que hace a los distintos planos de causalidad que habrán de ser distinguidos en el análisis, vale la pena observar a esta altura de nuestra presentación de objetivos que el tema del cambio tecnológico, sus fuentes u orígenes, su ritmo y naturaleza y su incidencia sobre la performance de largo plazo de la planta estudiada, habrá de constituir el eje interpretativo central en torno al cual habremos de desarrollar el trabajo. Para ello habremos de utilizar algunas de las categorías analíticas de la teoría recibida - por ejemplo, cambios tecnológicos "mayores" y "menores", cambios tecnológicos "desincorporados" o "incorporados" en la inversión, etc. Asimismo, también habremos de introducir algunas categorías analíticas no tan frecuentemente examinadas en el debate corriente (verbigracia, cambios tecnológicos relacionados con el 'output-mix', son la calidad del producto elaborado, etc).

A lo largo de todo el presente estudio hemos hecho frecuente uso, y habremos de citar recurrentemente, los resultados presentados por S. Hollander en su clásica monografía de 1966 ^{3/}, quizás uno de los trabajos más minuciosos sobre la microeconomía del cambio tecnológico de que se dispone hasta el día de hoy.

Al igual que en el caso de Hollander - quien estudió cuatro plantas productoras de rayon en los Estados Unidos, todas ellas propiedad de Du Pont - la presente investigación pone de manifiesto una realidad que si bien es casi obvia para el ingeniero industrial, ciertamente no lo es para el economista. Nos referimos al hecho de que el cambio tecnológico - esto es, la modificación del producto y/o el proceso de producción - constituye un fenómeno frecuente de carácter continuo en la historia evolutiva de un determinado establecimiento industrial. La tecnología de producto y proceso de una determinada planta manufacturera está muy lejos de estar "dada" y más allá de toda modificación. Antes bien, la misma cambia con frecuencia y por razones diversas que aquí habremos de examinar en detalle, y que van más allá de la intención de reducir el costo de producción, tema al cual se ha dedicado el grueso de la literatura re-

^{3/} S. Hollander, The Sources of Efficiency Growth. A Study of Du Pont Rayon Plants. MIT Press, Cambridge, 1965.

cibida en este campo. 4/

Es por esta razón que poco debe extrañar que la suma acumulada de cambios tecnológicos normalmente llega a constituirse en "la" explicación más importante de la performance de largo plazo de una determinada planta industrial. Estos tienen que ver con el lanzamiento de nuevas variedades del producto elaborado, con la sustitución y el uso de nuevas (y más baratas) materias primas, con cambios en el proceso básico utilizado, con una más adecuada estrategia de mantenimiento del equipo de capital empleado, con las mejoras de calidad, y así sucesivamente.

Definido el tema central de este estudio, veamos a continuación qué es lo que el mismo contiene en sus distintas secciones.

El capítulo II proporciona una breve descripción técnica del proceso productivo empleado por Ducilo para fabricar rayon. El mismo se presenta con el objeto de brindar al lector una visión de conjunto de la planta objeto de estudio. Como veremos la misma incluye una Sección Química, una de Hilandería y finalmente un sector textil.

El capítulo III está dedicado al análisis de la evolución a través del tiempo de la productividad laboral. Es ésta una empresa en la que resulta factible identificar dos "etapas" o "épocas" claramente diferenciadas a lo largo de su desarrollo histórico.

La primera de dichas épocas cubre las dos décadas comprendidas entre 1937 y 1958/59. Durante estos años se registra un sistemático incremento en el volumen físico de producción, en el marco de una situación en la que Ducilo es líder absoluto del mercado doméstico de rayon, y en la que no existen presiones demasiado significativas para que esta empresa mejore su eficiencia operativa ante el estímulo de la competencia.

Desde mitad de la década de los años 1950 comienzan a gestarse dentro de Ducilo Argentina cambios de importancia en lo tecnológico, en lo gerencial-administrativo, etc., los que acaban por configurar una 'nueva' atmósfera operativa en la que crecen muy significativamente tanto el papel jugado por el personal técnico y profesional de origen local, como el interés y estímulo que la firma provee a los esfuerzos tecnológicos de carácter doméstico. Coincide todo ello con cambios en la morfología del mercado de rayon y con una mayor presión competitiva por parte de Sniafa y Reysol.

Los indicadores de productividad física ponen en evidencia la presencia del "corte" estructural mencionado, el que recibe atención en el capítulo III. El mismo examina las varias fuentes u orígenes del aumento observado en la pro-

4/ Prácticamente la totalidad del análisis de Hollander se concentra en el estudio de la evolución del costo unitario de producción a través del tiempo, prestándose mucha menos atención a diversas formas de cambio tecnológico que no se expresan por vía de los costos. En este sentido puede verse un enfoque más amplio en el reciente trabajo de P. Maxwell: Learning and Technical Change in the Steelplant of Acindar S.A. in Rosario, Argentina, monografía publicada por el Programa BID/CEPAL de Investigaciones en Ciencia y Tecnología, en Diciembre de 1976, N° 4

ductividad laboral, identificándose, entre otras, las siguientes: a) incrementos en la velocidad de hilatura; b) variaciones en el plantel de máquinas y en el número de posiciones de hilar; c) modificaciones y cambios en el proceso de producción; d) reducción del número y tipo de variedades de rayon producidas así como de las formas de presentación enviadas al mercado; e) aumentos en el denier promedio, etc. En este capítulo se identifica la nómina de cambios tecnológicos llevados a la práctica a lo largo del tiempo, procurándose evaluar con relación a ellos cuál ha sido su incidencia relativa sobre las variaciones de productividad y costos, que monto de esfuerzos tecnológicos locales requirió cada uno de ellos, cuál fue el aporte tecnológico externo a la firma en cada caso (proveniente, por ejemplo, de la casa matriz, o de proveedores de equipos), etc.

El capítulo IV examina distintas formas de cambio tecnológico cuyo efecto no necesariamente se expresa por vía de los costos de producción o de la variación temporal de la productividad laboral. Pertenecen a esta categoría aquellos cambios tecnológicos relacionados tanto con el lanzamiento de nuevas variedades y tipos de rayon, como también aquéllos destinados a mejorar la calidad de los distintos productos elaborados.

Decíamos previamente que el esfuerzo tecnológico de Ducilo Rayon ha tenido influencia no sólo sobre la performance de largo plazo de la empresa estudiada, sino que también ha generado externalidades de importancia para los proveedores de materias primas, respuestos y equipos, así como para los clientes, usuarios de rayon y otras fibras textiles. Este tipos de efectos indirectos del cambio tecnológico de una determinada empresa también se examina en el capítulo IV del trabajo.

El capítulo V intenta tomar cierta distancia con el ejemplo específico aquí estudiado a fin de armar un modelo sencillo de comportamiento que describa los rasgos más salientes del caso general involucrado. Estamos aquí en presencia de una firma - subsidiaria de una empresa multinacional - que actúa como líder en el mercado doméstico de un cierto bien de uso intermedio.

El cambio tecnológico y la modernización de esta empresa parece haber ocurrido a instancia de dos tipos de estímulos. El primero de ellos, de carácter endógeno a la firma, se expresa a través de un cierto flujo de cambios tecnológicos 'menores' que el elenco de ingeniería de la empresa ha introducido a través del tiempo en forma autónoma, y a partir de esfuerzos tecnológicos sistemáticos dirigidos a mejorar los standards de funcionamiento de la planta. La necesidad de disminuir el monto de desperdicios, de mejorar la calidad del producto elaborado, de maximizar el tiempo de uso y la velocidad de funcionamiento de los equipos, de sustituir materias primas caras por otras de menor costo pero de distinta especificación mecánico química, etc., pueden ser citados como algunos de los estímulos primarios que llevan a la realización de esfuerzos de carácter permanente en tareas de índole tecnológica.

El segundo conjunto de estímulos es de carácter exógeno a la firma, e implica la adopción de programas de modernización y cambio tecnológico en respuesta a hechos de naturaleza coyuntural. Dos tipos de hechos coyunturales resaltan en la historia de esta empresa. El primero de ellos está referido a situaciones impuestas a la misma por el marco legal, institucional o económico en que la firma se ha encontrado operando tras cambios de carácter político y económico a escala nacional. El segundo grupo de hechos coyunturales que ha incidido sobre la conducta tecnológica de esta firma proviene de la relación con su casa

matriz - Du Pont de Nemours. El ritmo de amortización y depreciación de maquinarias que esta última decidiera poner en práctica en Estados Unidos hubo de condicionar el momento, la magnitud, etc. del ritmo de modernización de la planta fabril local, el que por lo general ocurrió sobre la base de la compra de equipos de segunda mano dados de baja por la casa matriz. Aún cuando esta última situación - modernización en base a equipos de segunda mano adquiridos de firmas del exterior - requiere ser examinada en detalle ya que constituye una tipología relativamente recurrente en el escenario industrial local, es interesante destacar que en el presenta caso el equipo dado de baja por Du Pont en Estados Unidos era prácticamente nuevo - uno de los túneles de Lavado y Purificación de Tortas ni siquiera había sido puesto en uso - captando así la subsidiaria doméstica de dicha empresa los beneficios derivados del cierre adelantado, y no correctamente planificado, de la planta de Old Hickory, operada por aquélla en Tennessee, Estados Unidos.

Finalmente, el capítulo VI presenta un breve resumen de los resultados alcanzados en esta investigación, al mismo tiempo que discute la significación de los mismos en relación a la teoría del cambio tecnológico de los países en desarrollo.

II. LA TECNOLOGIA DE DUCILO RAYON

Descripción del proceso de fabricación del rayon

El rayon es una fibra artificial a la que se llega partiendo de celulosa y siguiendo luego una serie de transformaciones que no implican una modificación química en profundidad en las cadenas moleculares de dicha materia prima sino más bien un reordenamiento sencillo capaz de dar por resultado una fibra hilable.

El proceso consta de tres etapas. La primera de ellas es de carácter químico y finaliza con la elaboración de una sustancia viscosa capaz de ser hilada. La segunda etapa se refiere justamente a la elaboración del hilado, mientras que la tercera etapa es de naturaleza textil y está relacionada con las distintas formas de presentación del producto elaborado.

Comencemos primero por el tramo químico del proceso productivo. Este se inicia con una etapa de mercerizado -ver Diagrama Nº 1- que consiste en la colocación de hojas de celulosa de fibra larga 5/ en un baño de soda cáustica. Luego las hojas son prensadas para que recuperen cierta consistencia eliminándose en ese momento cierto monto de solución acuosa. 50 Kgrs. de pulpa seca generan unos 150 Kgrs. de pulpa húmeda. Transcurrido este momento dichas hojas que ya reciben el nombre de 'alcali celulosa' son desfibradas antes de pasar al denominado 'Tanque de maduración' donde habrán de permanecer un tiempo que puede variar entre 6 y 30 horas y cuyo objetivo es lograr un reordenamiento más definido de la longitud de la cadena molecular. Esta etapa es importante ya que incide decididamente -a través de tiempo, temperatura, uso de distintos catalizadores, etc.- sobre los parámetros de viscosidad de la sustancia química que eventualmente habrá de ser hilada, y a través de ello sobre la calidad del producto final.

La etapa siguiente, denominada xantogenación, tiene por objeto llegar al xantato de celulosa que es una sustancia capaz de ser dispersada en una solución alcalina. La xantogenación dura alrededor de una hora y media y, al igual que la etapa anterior, tiene gran importancia en la determinación de diversos parámetros de la viscosa a ser hilada. La carga del xantogenador pasa a una etapa de dispersión, en equipos denominados disolvedores, para ser luego batida a efectos de alcanzar una consistencia homogénea pastosa y viscosa semejante a la miel. Tres cargas de los disolvedores pasan luego al mezclador, donde cumplen un ciclo de 4 ó 5 horas de mezclado.

Teóricamente, a esa altura del proceso ya se está en presencia de un material que reúne condiciones para ser hilado. Tres operaciones adicionales son, sin embargo, efectuadas antes de pasar la viscosa por una hilera. Primero, se debe completar el ordenamiento molecular, lo que reclama más tiempo de maduración. Segundo, la solución debe ser filtrada para sacarle posibles impurezas y, tercero, deben eliminarse las burbujas de aire que, posteriormente, al pasar por la hilera ocasionan deficiencias y roturas del filamento. Terminadas dichas tareas la solu-

5/ Otras materias primas celulósicas -linterns de algodón, por ejemplo- también pueden ser utilizadas tras introducir los ajustes necesarios en el proceso. Véase una discusión al respecto de este tema en el capítulo IV.

ción viscosa abandona la llamada 'casa química' y entra en la sección de hilandería. (Véase diagrama 1).

La Sección de Hilandería está formada por un conjunto de Máquinas de Hilar, cada una de las cuales cuenta con un cierto número de 'posiciones' (nozzles o spinnerettes) ubicadas en una batea que contiene un baño ácido formado por ácido sulfúrico, sulfato de sodio, sulfato de zinc, glucosa y agua. La solución viscosa es de carácter alcalino y al pasar por el baño ácido comienza a coagular y a regenerar su base celulósica. El espesor de la corteza que allí se forma -medido en micrones- resulta de gran importancia en relación a las propiedades tintóreas y otros atributos de calidad del producto final. El hilado -ya en formación- recorre la batea para pasar luego por un embudo e introducirse en un balde centrífugo en el que se forma la torta de rayon. Cada torta tiene unos 35cm. de diámetro exterior. Tras un cierto número de horas se interrumpe el ciclo de hilatura; se sacan con pinzas las tortas y se las deposita en mesas contiguas donde se produce el primer desprendimiento de gases (sulfuro de carbono y ácido sulfúrico).

A esta altura del proceso las tortas se envuelven en una manga protectora, (de goma o papel celofán) para ser luego cargadas en carritos transportadores que las llevan a la etapa de purificación y lavado. Estas tareas requieren: a. a. Una segunda evacuación de gases; b. Un lavado ácido; c. Un tratamiento de desulfurización; d. Blanqueo y 'finish' (o acabado); todas estas tareas se llevan a cabo antes de que las tortas sean centrifugadas previa iniciación del secado. Ya completo el secado entramos en el tercer tramo del proceso, esto es, el área textil del mismo. (Diagrama 1).

El enconado es de tipo convencional. Durante muchos años se prepararon una gran diversidad de paquetes y de tratamientos del producto final (rayon mate, brillante, flameado, etc.), pero con el correr del tiempo se fueron introduciendo simplificaciones y dejando distintas operaciones finales (retorcido, etc.) en manos de los clientes. 6/ Tras el área textil la producción se inspecciona para pasar, finalmente, a expedición.

Tomado en su conjunto el proceso descripto tardaba 18 días durante los primeros años de funcionamiento. Hacia la fecha del cierre de planta el mismo sólo requería 13 días. Todas y cada una de las fases del proceso habían sufrido modificaciones y simplificaciones que estudiaremos en detalle en capítulos próximos. Paralelamente a dicha reducción en el ciclo temporal de producción los requerimientos de mano de obra también se contrajeron sensiblemente, llegando el número total de horas trabajadas a representar prácticamente la mitad de las empleadas los primeros ciclos productivos.

6/ Véase un análisis de este tema, sus consecuencias sobre productividad, nivel de ocupación, etc., en el capítulo IV.

III. LA PERFORMANCE ECONOMICA DE LARGO PLAZO

Introducción

En marzo de 1937 finalizaba el montaje de la planta aquí estudiada. El establecimiento local era una réplica más o menos cercana de la Planta Nº 2 de Spruance, que Du Pont pusiera en funcionamiento en Richmond, Virginia, en 1935, y que mantuviera en operación hasta la segunda mitad de la década de los años 1950.

Es de destacar que tanto Spruance II como la planta local empezaron de entrada utilizando el llamado 'proceso cake-to-cone', que Du Pont comenzara a emplear a partir de 1932 en su planta de Old Hickory. 7/ Dicha planta fue significativamente modernizada entre 1935 y 1936 a través de la incorporación de este cambio tecnológico, el que trajo aparejado una reducción substancial en el uso de mano de obra respecto al proceso original de Old Hickory que data de 1929. 8/

Dada la similitud tecnológica entre la planta local y Spruance II 9/, y

7/ El proceso 'cake-to-cone' permite eliminar, por un lado, el lavado previo a la preparación del carretel (skein) y, por otro lado, anular la preparación de éste antes de la purificación y el secado, tareas ambas que caracterizan la tecnología Du Pont en su diseño original de 1928-29. Ambas tareas eran sumamente intensivas en el uso de mano de obra y desaparecen a partir de las mejoras introducidas al proceso en 1932. Asimismo, el nuevo proceso - 'cake-to-cone' - permite el 'retiro conjunto' (o 'gang doffing') de las tortas, en lugar de que cada una de ellas lo fuera en un momento diferente, y con una parada independiente de la posición de hilar, como ocurría inicialmente. Aún cuando esta última modificación del proceso tardó un cierto tiempo en ser 'puesta a punto', la misma contribuyó no sólo al ahorro adicional de mano de obra (vease nota siguiente a este respecto), sino que también permitió reducir la tasa de desperdicios y, por ende, disminuir el costo de producción. Estas modificaciones del proceso son ahorradoras de mano de obra y son utilizados desde el comienzo en la planta local.

8/ En 1932 el costo unitario de mano de obra directa de Old Hickory fue de 16.20 cents por una libra de rayon. En 1937 éste había caído a 8.60 cents. S. Hollander estima que más del 50% de dicha reducción de costos laborales directos debe atribuirse a la introducción del proceso 'cake-to-cone' y a la reorganización que ello permitió en las tareas de retiro de las tortas de las posiciones de hilar, esto es, en las tareas de 'doffeo'. Es importante ver que tanto Spruance II como Ducilo Argentina comenzaron a funcionar sobre la base del proceso nuevo, es decir que nunca llegaron a conocer la tecnología Old Hickory de 1929. Dado el distinto precio relativo de capital y mano de obra que seguramente subyace bajo ambas decisiones de inversión - Spruance II y Ducilo Argentina - resulta interesante puntualizar que en ambas plantas se empleó el proceso nuevo, relativamente ahorrador de mano de obra.

9/ Spruance II comenzó a operar en 1935. Contó inicialmente con 60 máquinas de 100 posiciones de hilar cada una y, en promedio, producía denier 150. Ciertamente era una planta más moderna, aunque también más pequeña, que Old Hickory, la que comenzó operando con 128 máquinas de 100 posiciones cada una. Véase: S. Hollander: Op. Cit. pags. 91 y 54, respectivamente.

dato también el hecho de que Du Pont comenzaba con Ducilo Rayon sus operaciones industriales en la Argentina, poco puede sorprender que el montaje y la puesta en marcha del establecimiento fabril local se realizaran bajo la supervisión y control de personal técnico proveniente de la casa matriz, y siguiendo paso a paso el modelo de procedimientos proveniente de Spruance II. Se lee en una de las primeras Memorias Técnicas de Ducilo (en inglés):

"Having found the write up of Plant N° 2, at Spruance to be of great value to us, the organization of Ducilo submits the following write up hoping that it may be of value in subsequent start-ups". 10/

El período de montaje y puesta en marcha no revela hechos de particular interés, más allá del fenómeno frecuente en este tipo de actividades de que fuera necesario introducir modificaciones tecnológicas 'menores' en los equipos a medida que se progresaba en las tareas de montaje. Por lo general dichas modificaciones implicaban la absorción de mejoras tecnológicas recientemente puestas en práctica en Old Hickory, y no necesariamente captadas durante la construcción de los equipos de Spruance II y Ducilo, a pesar de que éstos tenían 'incorporada' una tecnología que, en promedio, era superior a la del proceso original empleado en Old Hickory.

La planta contaba en ese momento con 52 máquinas de hilar

Durante sus cuatro décadas de vida productiva la planta estudiada describe un sendero que, haciendo abstracción de las variaciones y ajustes anuales, puede ser descripto como una "u" invertida con máximo en 1957 - año en que se producen 5.4 millones de kilogramos de rayon - estando los mínimos de dicha serie en sus extremos, esto es en 1937 y 1974, años en los que el output es de 698.000 y 633.000 kilogramos respectivamente.

También la serie correspondiente al total de horas anuales trabajadas describe una gráfica semejante, en la que es dable observar que el tramo descendente - que se inicia hacia el final de los años 1950 - es aún mucho más abrupto que el correspondiente a la serie del volumen físico de producción a que hemos hecho referencia en el párrafo anterior. Esto es, aún cuando el producto físico de la planta disminuye sensiblemente a lo largo de las últimas dos décadas, el insumo global de mano de obra lo hace a un ritmo aún más marcado, de forma tal que el producto físico por hora trabajada acaba duplicando el promedio histórico del período 1940-1960 y siendo casi cuatro veces mayor que el alcanzado en 1937 en oportunidad de la iniciación de las operaciones.

El Cuadro 1 y el Gráfico 1 describen en términos cuantitativos la situación a que hacen referencia los párrafos previos. La información contenida en los mismos revela diversos hechos de significación que son examinados a continuación.

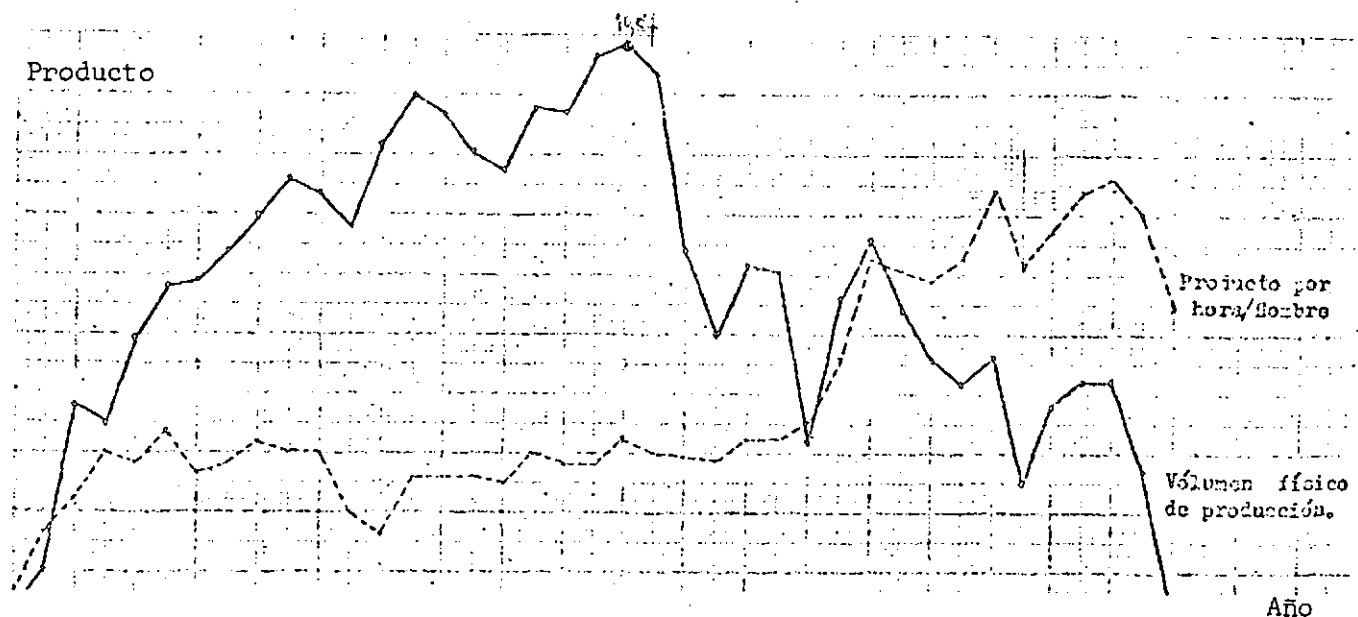
10/ "Start-up of Ducilo S.A., productora de rayon". Mimeo, no publicado Buenos Aires 1937, página 1.

Cuadro 1: Evolución del producto y la productividad laboral - Ducilo 1937-75

Años	Volumen físico de producción (a)	Horas totales trabajadas (b)	Kgrs/Hora (a)/(b)	Años	Volumen físico de producción (a)	Horas totales trabajadas (b)	Kgrs/Hora (a)/(b)
1937	698 910	851 084	0 821	1957	5 409 818	2 508 521	2 155
1938	1 054 640	761 226	1 350	1958	4 544 163	2 436 157	2 029
1939	2 418 423	1 450 720	1 667	1959	3 740 860	1 875 840	1 994
1940	2 259 104	1 114 988	2 026	1960	3 083 761	1 602 202	1 924
1941	2 968 391	1 532 388	1 937	1961	3 697 496	1 700 687	2 16
1942	3 414 884	1 553 914	2 197	1962	3 689 280	1 095 470	2 16
1943	3 449 414	1 855 857	1 857	1963	2 115 884	922 882	2 292
1944	3 709 695	1 935 182	1 916	1964	3 299 169	1 167 144	2 826
1945	4 017 412	1 809 648	2 221	1965	3 889 553	1 063 033	3 658
1946	4 305 414	2 095 245	2 053	1966	3 245 213	913 251	3 553
1947	4 200 919	2 065 868	2 033	1967	2 860 732	820 406	3 485
1948	3 902 069	2 547 252	1 532	1968	2 605 070	714 170	3 647
1949	4 676 666	3 353 838	1 394	1969	2 841 073	669 011	4 246
1950	5 063 212	2 739 550	1 808	1970	1 746 058	491 532	3 552
1951	4 853 493	2 663 268	1 822	1971	1 925 915	498 569	3 862
1952	4 569 666	2 506 387	1 823	1972	2 109 983	499 806	4 220
1953	4 404 666	2 503 678	1 759	1973	2 110 941	495 196	4 262
1954	4 916 578	2 441 229	2 013	1974	1 859 725	464 145	4 006
1955	4 853 078	2 553 829	1 900	1975	633 569	199 324	3 120
1956	5 356 663	2 687 050	1 993				

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por Ducilo S.A.

Gráfico 1: Evolución del producto físico y la productividad laboral, 1937-1974



Primero, resulta clara la presencia de un marcado "corte estructural" en el proceso evolutivo de esta planta, el que debe ser localizado en el entorno de los años 1958-1960. 11/ Pese a la existencia de oscilaciones de corto plazo, que serán examinadas algo más adelante, el período 1937-1958 se caracteriza por una marcada tendencia al crecimiento del volumen físico de producción, mientras que el período 1959-1975 muestra una significativa contracción de dicho indicador.

Segundo, la idea del "corte estructural" localizado en el entorno de los años 1960 recibe apoyo adicional a partir de la información correspondiente al producto por hora-hombre, esto es, a partir del indicador de productividad laboral física. Trás prácticamente dos décadas durante las que esta firma logra avanzar poco o nada en materia de productividad del trabajo, el período 1960-1975 da cuenta de un rápido ritmo de crecimiento en la eficiencia fabril.

Tal como veremos posteriormente 12/, este "corte estructural" puesto en evidencia por los indicadores físicos de producto y productividad laboral tiene una clara contrapartida en otros planos de la vida organizativo-administrativa y tecnológica de la firma, lo cual corrobora el fuerte grado de interrelación que normalmente es de esperar entre las distintas áreas de funcionamiento de una determinada empresa. Veremos algo más adelante que en el entorno del momento examinado, se producen cambios en diversas gerencias de la misma, al mismo tiempo que también toma cuerpo un marcado reemplazo generacional y comienza a gestarse un importante programa de modernización fabril que se concreta hacia 1962. El conjunto de estos hechos provoca un fuerte impacto sobre la performance global de esta empresa, el que puede intuírse con claridad a partir de informaciones contenidas en el Gráfico 1.

Veamos a continuación un poco más en detalle algunos de los rasgos más salientes de ambas épocas estructurales.

El primer período - 1937-1958 - revela diversos hechos de interés. Hacia 1958 el volumen físico de producción había más que duplicado el valor de dicho indicador en 1940, esto es, cuando ya puede considerarse como definitivamente completado el ciclo de "puesta en marcha" de la planta, que se inicia en 1937. Lo ocurrido a lo largo de los 20 años cubiertos por esta "época" estructural puede ser 'explicado' en función de diversas variables entre las que cabe mencionar: 1) incrementos en la relación capital/trabajo; 2) cambios tecnológicos, pudiendo éstos estar referidos al proceso productivo en sí mismo, al output mix, al input mix; 3) economías de escala, etc. Veamos a continuación algunos de los 'hechos históricos' más relevantes de este período.

Primer programa de expansión de planta (1941)

En 1941 se incorporan 12 máquinas de hilar adicionales, lo que lleva el plantel global a 64 máquinas. Cada una de ellas está dotada ya de 104 posi-

11/ El valor promedio del volumen físico de producción se acerca a 3.9 Mill. de kilogramos anuales durante 1937-1958 y sólo llega a 2.6 Mill. durante el período 1960-1975.

12/ Véase Capítulo IV.

ciones de hilar, lo que hace que a esta fecha la planta cuente con 6.656 posiciones en conjunto

Hilatura de alta velocidad (1946 en adelante)

A partir de 1946, y hasta el fin de la década de los años 1950, se registra un substancial aumento en la velocidad de hilatura, la que se estabiliza en el entorno de los 145 metros por minuto, tras haber sido de 83 mts/minuto en 1941 y aún menor en años anteriores.

Distintos tipos de modificaciones tecnológicas pueden dar lugar al aumento en la velocidad de hilatura en la producción de rayon. Esta depende principalmente de: a) el tamaño de la bobina; b) la velocidad del balde; y c) la fricción que ejerce el baño coagulador.

Quizás la más importante de las modificaciones tecnológicas que llevan a aumentar la velocidad de hilatura en esta industria es la denominada 'hilatura de tubos'. La misma está relacionada con el ítem c) de la nómina anterior -esto es, con la fricción que ejerce el baño coagulador - y puede ser puesta en práctica sin modificar el tamaño de la bobina. Este cambio tecnológico fue introducido en Old Hickory en 1950, permitiendo un incremento del 40% en la velocidad de hilatura de dicha planta. El mismo implica que el baño coagulador acompaña el hilado a lo largo de su travesía por la batea a fin de regular el contacto entre ambos. Es decir, hilado y baño coagulador son los que, en este proceso, circulan en el interior del tubo en lugar de que el hilado lo haga a través de la batea.

Es importante observar que Ducilo Argentina ya usaba hilatura de tubos hacia 1948-1949, siendo esto una parte importante de la explicación del aumento observado en la velocidad de hilatura en el período que nos ocupa. En otros términos, este cambio tecnológico fue implementado localmente en forma prácticamente simultánea con Old Hickory. Personal técnico de la planta local señala que el desarrollo del tubo de 89 cm fue enteramente doméstico. El tubo utilizado en Old Hickory era de 72 cm. y resultó inadecuado a los requerimientos impuestos por el denier y la materia prima utilizada localmente. Las patentes que protegieron el proceso de hilatura de tubo fueron obtenidas en Estados Unidos por Du Pont también en el entorno de dichos años. (1950)

Además de la hilatura de tubos, el aumento en la velocidad de hilatura también está positivamente relacionado con el diámetro de la bobina y del balde, así como con la velocidad de los motores. Ajustes tecnológicos 'menores', especialmente en la última de dichas direcciones, también deben ser tenidos en cuenta a fin de 'explicar' el aumento en la velocidad de hilatura que se observa a partir de 1946-1947.

La mayor velocidad de hilatura tiene, sin embargo, un costo implícito, en

13/ Old Hickory aparece hilando a una velocidad de 86 mts/min en 1949 para pasar a 121 mts/min en el período 1949-1953, en que introduce la hilatura de tubos. Ver S. Hollander, op. cit., págs. 54 y 64.

tanto que afecta negativamente la calidad del producto final 14/, siendo ello la explicación de porqué Ducilo decide reducir la misma a partir de 1960, y más aun hacia el final de la década pasada y comienzos de la presente, o sea, en sus últimos años de funcionamiento, en los que el factor calidad constituyó una de las preocupaciones centrales de la empresa. 15/

Insalubridad (1947)

El decreto 25569 de 1947 modificó el régimen de insalubridad establecido por el decreto reglamentario de marzo de 1930, obligando a Ducilo a aumentar sensiblemente su dotación de personal, especialmente en el área de Hilandería, y en la zona de lavado y purificación de tortas.

En dichos tramos del proceso productivo la nueva reglamentación obligaba a trabajar 6 horas en cada turno de 8 horas, reclamando ello la formación de un turno adicional completo. Tal como puede verse en el Gráfico 1, la serie indicativa de la productividad laboral muestra un marcado impacto de este efecto exógeno a la firma, particularmente en 1948 y 1949. 16/ Vale la pena tener presente que el nivel de productividad laboral por hora trabajada correspondiente al año 1945 no vuelve a alcanzarse hasta comienzos de la década de los años 1960, momento en que se pone en práctica un amplio programa de modernización de planta.

Simplificación textil a partir de los años 1950

Ducilo producía a principios de los años 1940 las siguientes formas de presentación del producto final: a) Madejas; b) Conos; c) Carreteles; d) Canillas; e) Cadenas; f) Tortas; etc.

Tal variedad de formas de presentación era, por supuesto, ajena a la función específica de producir rayon, e implicaba una compleja gama de actividades de naturaleza textil (aspeado, acabado, retorcido, encanillado, devanado, encolaje) altamente intensivas en el uso de mano de obra directa y de mano de obra de

14/ Se lee en la Memoria Técnica "Comparación de performances entre producciones hiladas en máquinas de batea abierta y de tubo". Mimeo, Mayo de 1963: "Como los niveles de producción y los pronósticos de ventas no indican que a corto plazo (haya presión de demanda) se vuelve a plantear la posibilidad de transformar máquinas de tubo a batea abierta, respaldado esto en la mejor calidad obtenible en la hilatura a baja velocidad." Los indicadores de mayor calidad son: a) Reducción del 50% de defectos mayores, b) Mejoras en el teñido, c) Mayor tenacidad, etc.

15/ Este efecto -reducción en la velocidad de hilatura- se halla asociado al mayor grado de competencia prevalente en el mercado durante los años 1960 y a la necesidad de alcanzar un standard superior en materia de calidad. Ello se examina posteriormente en el capítulo VI de este trabajo.

16/ Es interesante observar que el concepto de insalubridad fabril manejado por la legislación local de 1947 es significativamente más fuerte que el que caracteriza a la legislación norteamericana de dicha época. Du Pont nunca tuvo que enfrentar este problema en Estados Unidos, de allí que la tecnología original no previera mejores sistemas de purificación, aireación de planta, etc.

mantenimiento de los equipos empleados en las mismas (enconadoras, encanilladoras, devanadoras, etc.). Además de lo anterior, implicaba también el efecto negativo de las deseconomías de escala producto de las series cortas y de las frecuentes paradas y cambios del programa productivo.

Ya a mediados de los años 1940 desaparece la producción de 'Cadenas', y se reduce muy significativamente la de 'Canillas'. La década de los años 1950 nos muestra una drástica caída en la producción de 'Madejas', mientras que los 'Carreteles' desaparecen por completo en los años 1960. El Cuadro 2 presentado a continuación revela con claridad el profundo cambio que se opera a través del tiempo en las formas de presentación del producto final.

Cuadro 2: Estructura de ventas de Ducilo, 1941-1967

	Madejas	Conos	Carreteles	Canillas	Cadenas	Tortas	Total
1941	27.44	46.20	14.18	9.87	0.06	2.23	100%
1967	-	91.20	-	-	-	8.80	100%

Al igual que otros cambios tecnológicos previamente mencionados, la simplificación textil tuvo consecuencias directas sobre la performance de Ducilo, al mismo tiempo que generó efectos externos a la empresa. Con respecto a lo primero se destaca: a) el ahorro de mano de obra directa (el que resulta aún más sustancial durante la segunda de las "épocas" tecnológicas aquí detectadas) y, b) la percepción de ingresos a raíz de la venta de retorcedoras, encanilladoras, devanadoras, encoladoras, etc. en el mercado de equipos de segunda mano.

Con respecto al efecto externo del programa de simplificación textil, es de destacar que a raíz del mismo aparece a lo largo de esos años un nutrido grupo de pequeños talleres textiles que fueron tomando a su cargo las tareas gradualmente abandonadas por Ducilo.

Aumento rutinario del denier promedio

A lo largo del período examinado - 1937-1958 - se observa un paulatino aumento en el denier promedio elaborado por la planta. Mientras que el denier promedio en la década de los años 1940 es de 123, la media de la década siguiente supera marginalmente el título 130.

Diversos cambios tecnológicos menores resultan usualmente necesarios a efectos de aumentar el denier hilado por un cierto equipo. En particular resaltan los siguientes: 1) cambios y ajustes en la bomba dosificadora y en los cabezales de hilar; 2) ajuste de naturaleza química en el baño regulador a efectos de asegurar una reacción adecuada; 3) cambios en los baldes; y 4) modificaciones en los motores.

Recién el programa de modernización fabril de 1962-63 hubo de prestar atención a cambios tecnológicos relacionados con las categorías 3) y 4) del listado anterior. Durante la primera "época" estructural -1937-1958- el gradual incremento en el denier promedio debe ser atribuido a modificaciones tecnológicas más rutinarias relacionadas con las bombas de dosaje, la naturaleza del baño coagulador, y otras similares de orden menor.

En resumen, la primera de las dos "épocas" estructurales aquí identificadas parece caracterizada por: a) la ampliación de planta vía incorporación de equipos (12 máquinas de hilar adicionales a las inicialmente instaladas en 1937); b) un significativo aumento en el uso de mano de obra por kilogramo de rayon producido, efecto éste inducido por la legislación sobre insalubridad de 1947; c) cambios tecnológicos relacionados con: i. el output mix, ii. la velocidad de funcionamiento de los equipos, y iii. la eficiencia general de funcionamiento de planta. Mientras que el primer grupo de estos cambios tecnológicos estuvo referido a la simplificación textil que se pone en práctica a partir de los años 1940, el segundo grupo estuvo básicamente asociado a la introducción de la hilatura de tubos, y el tercero a aspectos generales de funcionamiento de planta, como pueden ser la gradual mejora en la calidad del producto elaborado, la reducción de la tasa de desperdicios, etc. En el curso del capítulo próximo habremos de evaluar cuantitativamente cuál fue la incidencia relativa de cada una de las variables mencionadas.

Veamos ahora la segunda de las "épocas" estructurales identificadas, esto es, el período 1960-1975.

Esta etapa se inicia tras el paro laboral de 1959 que mantuviera la planta inactiva durante varios meses del año. Dicho evento fuerza al elenco de Ducilo a encarar un profundo proceso de reorganización institucional, económica y tecnológica.

A diferencia de la primera "época" estructural previamente examinada, la presente se halla caracterizada por una paulatina caída en el volumen físico de producción y por una más acelerada caída del número de horas laborales empleadas. Ello deriva en un aumento gradual de la productividad física por hora-hombre trabajada. Hacia el final del período el volumen físico de producción escasamente llega a ser un 20% del valor pico logrado por dicha serie en 1957-1958. Simultáneamente, el producto por hora-hombre llegaba a duplicar el correspondiente a aquel momento.

Al igual que en el caso anterior, lo ocurrido a lo largo de estos años debe ser estudiado en términos de acumulación de capital, efectos de escala, cambios tecnológicos referidos al proceso productivo, al output mix, etc.

Comencemos por reseñar algunos de los "hechos históricos" más relevantes del período.

Aumentos del tamaño de conos (1961)

A principios de los años 60 las conadoras "Lessona Nº50" utilizadas por Ducilo en su Sección Textil producía dos tamaños de paquetes: 1.5kgrs. para 60 y 75 denier y 1.650 Kgrs. para 100 denier en adelante.

Dichos tamaños, si bien de peso aceptable, no reflejaban el óptimo que se podía alcanzar con el equipo instalado. Con ligeras modificaciones introducidas

en máquinas esencialmente iguales Old Hickory producía hacia el final de los años 1950 conos de hasta 3.60 kgrs. 17/. Ello, por supuesto, implica fuertes ahorros en el uso de mano de obra.

Los estudios realizados revelaron que sin mayores modificaciones en los equipos se podía llegar a producir paquetes de hasta 2.50 kgrs., los que, por otra parte, constituían el máximo aparentemente tolerable por los clientes de Ducilo, dadas las máquinas urdidoras instaladas en sus respectivos establecimientos terminales.

El aumento en el tamaño de los conos tuvo consecuencias directas sobre Ducilo, y también produjo externalidades en sus clientes. Respecto a lo primero, al obtenerse mayor peso por unidad producida, se redujo el número de conos a ser manipulados, con el consiguiente ahorro de mano de obra. El aumento en el tamaño de conos también se encuentra correlacionado con la calidad mecánica del producto elaborado (vía velocidad de hilatura y, a través de ésta, con la tasa o proporción de defectos mayores y menores), y con la calidad del teñido. A su vez, el aumento en el tamaño de los conos ocasiona algunas dificultades y necesidad de cambios menores en materia de embalaje y distribución. A raíz de lo anterior -efectos positivos y negativos- se hizo necesario determinar el tamaño máximo de conos compatible con el mantenimiento del standard en materia de calidad mecánica y tintórea.

Con relación a externalidades captadas por los clientes de Ducilo cabe señalar que el programa de aumento en el tamaño de los conos fue examinado 'in-situ' en la planta industrial de varios de ellos llegándose a determinar que se producía un aumento en los rendimientos de las urdidoras que alcanzaba al orden del 40%. 18/

Modernización de las secciones de Hilandería, Lavadero y Purificación de Tortas (1962-1963)

El cierre definitivo de la planta de rayon de Old Hickory 19/ enfrentó a

17/ Información obtenida en Memoria Técnica de Planta N° 14 de 1961: "Conos de mayor tamaño en conadoras Lessona N° 50", mimeo, no publicado. Buenos Aires, 1961, pág. 2.

18/ Al pasar de conos 11/10 a conos 14/11 se elevó de 7 a 10 las cargas de tambor sacadas de la urdidora, sin que se observaran cambios significativos de calidad ni fuera necesario introducir modificaciones de importancia en el equipo de los clientes de Ducilo. Op. cit., "Conos de mayor tamaño....", Buenos Aires, 1961, ágs. 12 y 13. Véase mayor referencia a este tema en el capítulo IV.

19/ Es interesante observar que la planta de Old Hickory fue significativamente modernizada a lo largo de la década de los años 1950, en base a la expectativa de que la misma habría de permanecer en producción durante la década del 60 (o, al menos, buena parte de ella). Dicha expectativa fue en realidad incorrecta, ya que Old Hickory dejó de producir en 1960. Varios de los equipos introducidos durante los años 1950 no llegaron a ser completamente amortizados en un sentido contable y, menos aún, en el plano de su depreciación física. Algunos de estos equipos son adquiridos por Ducilo Argentina e incorporados a la planta local durante la modernización fabril de 1962.

Ducilo con la posibilidad de modernizar su tecnología operativa por vía de la incorporación de equipos usados adquiridos a su casa matriz.

Dicho programa de modernización técnica implicó la adquisición de aproximadamente 7 000 baldes de 2 1/2 libras (en reemplazo de los baldes de 1 libra utilizados hasta ese entonces), dos túneles de lavado de tres vías cada uno, cámaras de evacuación, máquinas de 'colapsado', tanques de blanqueo, cañerías de material anticorrosivo, etc.

Asimismo, el cierre de Old Hickory también abrió a Ducilo la posibilidad de adquirir de segunda mano equipos prácticamente nuevos (véase nota 19/) tales como los secadores dieléctricos, los equipos de mezclado (steeping) y desfibrado (shredding) continuo, etc., acerca de los cuales la decisión fue por la negativa, es decir, por la no incorporación.

Mientras que lo primero revela la intención de reducir costos y ahorrar mano de obra (marginamente también mejora la calidad), lo segundo muestra la intención de seguir operando con un proceso básicamente discontinuo.

El programa de modernización de 1962-1963 costó cerca del millón de dólares - el valor de reposición de la planta oscilaba en ese entonces en torno a los 7 millones de dólares - y tuvo un marcado efecto ahorrador de mano de obra, a la vez que también actuó sobre otros varios indicadores de performance de la planta estudiada. En lo que hace a los 'precios de transferencia' de dichos activos dentro del marco del grupo Du Pont como un todo, es interesante observar que la operación constituyó uno de los primeros casos en los que se aplicó la modalidad del 'american appraisal' 20/, hecho que será examinado algo más adelante en esta monografía.

Detergentes (1963)

Al ser retiradas del balde (doffeo), las tortas de rayon contienen, retenidos, gran cantidad de aire, ácido sulfhídrico, sulfuro de carbono y otros gases

Algunos de los equipos introducidos por Old Hickory en esa década son: a) Baldes de 1.8 libras en reemplazo de los baldes de aproximadamente 1 libra usados en la producción de los denier más altos. Ello data de 1952-1953; b) en 1956-1958 se ponen en operación los túneles de secado eléctrico (dielectric dryers), equipos de mezclado (steeping) y desfibrado (shredding) continuo, etc., en reemplazo de la tecnología discontinua (batch process) hasta allí empleada en distintos tramos del proceso.

La planta de Old Hickory fue cerrada con anticipación a lo previsto. Ello ocurrió cuando Du Pont tuvo oportunidad de transferir parte del plantel obrero de la misma a la fábrica de poliéster que iniciaba sus operaciones. Parece haber acuerdo en torno al hecho de que Old Hickory no alcanzó a recuperar por completo la inversión en modernización realizada a fines de la década de los años 1950.

20/ Varios aspectos de este programa de modernización merecen atención y serán examinados posteriormente

que deben ser evacuados a fin de permitir una más fácil y más barata purificación, esto último en función de que una correcta evacuación permite reducir sensiblemente los ciclos de purificación.

Para ello las tortas se someten a un proceso de evacuación en una solución de agua y detergente por espacio de aproximadamente 15 minutos. Este proceso se realiza al vacío y ... "el detergente presente en el tanque de evacuación provoca la emulsificación de los gases, que son eliminados por vía de burbujas". 21/

El éxito de esta etapa del proceso depende de: A) Minimizar el tamaño de las burbujas, las que pasando de cierta dimensión pueden dañar la torta haciendo que el hilado de la parte interna se desprenda. B) Producir poca espuma a fin de evitar niveles peligrosos de gases tóxicos en la zona de evacuación.

Tanto Old Hickory, como la planta local durante la primera mitad de su vida productiva, empleaban como detergente el "Dianol 11", producido especialmente por la Quaker Chemical Products Corporation. El cierre de Old Hickory lleva a la Quaker Co. a discontinuar la fabricación de "Dianol 11", razón por la que Ducilo realiza un programa de ensayos experimentales con el objeto de encontrar un sustituto, en lo posible de origen local. En el curso de dicho programa fueron evaluados aproximadamente una docena de detergentes con el fin de minimizar costos y, simultáneamente, determinar la concentración óptima del sustituto elegido. El programa experimental de Detergentes fue exitoso, como veremos posteriormente.

Viscosa de altos sólidos (segunda mitad de la década de los años 1960)

El programa de investigación y desarrollo en materia de viscosa de altos sólidos dió comienzo en 1962 e implicó la realización de trabajos experimentales en planta piloto, alcanzándose resultados que recién en la segunda mitad de dicha década fueron llevados a escala industrial. 22/

La hilatura de viscosa de altos sólidos (8% de celulosa y 5.5% de soda cáustica, en lugar de 7.1% y 6% respectivamente para el proceso normal) permite un fuerte ahorro de materias primas (soda cáustica y ácido sulfhídrico), al mismo tiempo que permite efectuar economías en el uso de mano de obra en las Secciones de Hilandería y Textil, y reducciones en el consumo de energía, vapor, y otros insumos químicos menores.

21/ Memoria Técnica de Planta N°7, 1963, "Evaluación de detergentes para evacuación de tortas", mimeo, no publicado, 1963.

22/ La primera Memoria Técnica de Planta en esta materia data de octubre de 1963 mientras que la segunda corresponde a setiembre de 1966. En esta última se dice que "los ensayos efectuados en Planta Piloto... indicaban que se podía efectuar una prueba en escala mayor para evaluar la calidad final del producto comercialmente apto". Y agrega: "Dada la capacidad relativamente pequeña de la planta piloto - 30 kgrs. día de hilado - no se puede evaluar con representatividad variables tales como: 1) Performance de hilatura; 2) Devanado textil; 3) Calidad mecánica, etc. ... por lo que una vez determinados los ajustes del proceso y las máquinas, las demás evaluaciones debían efectuarse en una prueba de mayor escala". Memoria Técnica N°3, 1965: "Evaluación de viscosa de altos sólidos". Mimeo, no publicado, Buenos Aires, 1966, pág.5.

Tres circunstancias distintas impulsaron a Ducilo a iniciar la búsqueda de un nuevo proceso que les permitiera hilar una viscosa de mayor contenido en sólidos. Por un lado, el hecho de que los recargos aduaneros a la importación de pulpa de madera de alto contenido celulósico habían sufrido un significativo incremento a comienzos de la década de los años 1960. Ello indicaba la conveniencia de trabajar en base a pulpas de un tenor celulósico menor. Por otro lado, la creciente presencia competitiva del nylon - fibra que tiene aproximadamente 4,5 grs./Denier frente a sólo 1,5 - 1,7 grs./Denier del rayon - y que en consecuencia aumenta significativamente el rendimiento de los telares en la etapa textil subsiguiente a la elaboración del hilado. 23/ Finalmente, también actuó como incentivo la conveniencia de introducir innovaciones de proceso que permitieran reducir el plantel operario, en el marco de una situación en la que el cierre de planta a mediano plazo era ya un curso de acción decidido desde comienzos de la década de los años 1960. 24/

En resumen, la segunda de las dos "épocas" estructurales bajo estudio muestra un marcado incremento en la dotación de capital por hombre, asociado ello tanto al programa de modernización fabril de 1962-1963, como a la profundización de la simplificación textil que intensificó el ahorro absoluto y relativo de mano de obra. El ritmo de cambio tecnológico a lo largo de este período fue intenso. Parte del mismo fue 'incorporado' a la inversión de reposición, mientras que también resultó significativa la mejora tecnológica implementada a través de cambios en el proceso de producción, en los insumos empleados, etc.

En términos generales puede afirmarse que la intensidad del ritmo de progreso tecnológico de este período es lo que permitió a la empresa mejorar sensiblemente el nivel de productividad laboral aún a pesar de la presencia de deseconomías de escala emergentes de la creciente contracción del volumen físico de producción.

Concluye aquí este capítulo de naturaleza histórico-descriptiva. El mismo ha puesto de manifiesto la existencia de un marcado "corte estructural" en la evolución histórica del establecimiento industrial aquí estudiado. En próximos capítulos examinaremos en más detalle, y en términos cuantitativos, los rasgos más salientes de cada una de las "épocas" que caracterizan el desarrollo de esta empresa.

23/ También a lo largo de la década de los años 1960 Ducilo realiza una exploración tentativa acerca de la posibilidad de trabajar en hilado polinósico. Este último rinde cerca de 3.5 grs/denier, razón por la que su rendimiento textil es considerablemente mayor que el del rayon 'normal'. Esta experiencia nunca llegó a progresar abandonándose finalmente la idea de producir hilado polinósico.

24/ Prácticamente a partir del cierre de Old Hickory la Dirección de Ducilo está convencida de que a mediano plazo la planta local deberá seguir idéntico destino, aún cuando aspira a prolongar por algunos años la vida útil de la fábrica a efectos de llegar al cierre con el menor plantel obrero posible. Ello requiere la no reposición del personal que llega a edad de jubilación, la incorporación de cambios técnicos ahorradores de mano de obra, etc.

IV. LAS FUENTES DEL CRECIMIENTO ECONOMICO

El propósito del presente capítulo es el de profundizar nuestro análisis de la performance de largo plazo iniciado en páginas anteriores. Intentaremos aquí evaluar: a) cuáles han sido los principales determinantes del crecimiento observado en materia de volumen físico de producción, productividad de factores, etc., a lo largo de la historia evolutiva de esta firma; b) qué diferencias se observan en este sentido entre las cuatro subsecciones que componen la planta, esto es, Casa Química, Hilandería, Lavadero y Purificación de Tortas y, finalmente, Sección Textil; c) cuál ha sido el "componente tecnológico" subyacente bajo cada uno de los determinantes de expansión identificados - por ejemplo, que modificaciones tecnológicas fue necesario introducir con el fin de aumentar la velocidad de hilatura, variable ésta que actúa como una de las 'fuentes' del crecimiento observado en el volumen de producción y en el nivel de productividad - y de qué forma hubo de gestarse y ponerse en práctica dicho conjunto de modificaciones tecnológicas en cada caso particular. 25/

Principales determinantes del crecimiento

Presentaremos a continuación un ejercicio simple de análisis de fuentes del crecimiento económico que cubre el conjunto de la historia evolutiva de Ducilo Rayon. El Cuadro 3 exhibe distintos indicadores de performance para los años 1941 y 1967, que son los que hemos elegido para realizar el estudio de estática comparativa desarrollado en las páginas que siguen. Dichos años han sido seleccionados por cuanto en ambos el volumen físico de producción resulta ser relativamente semejante - 2.9 millones de kilogramos, aproximadamente - lo que en parte permite eliminar la incidencia de los efectos de escala que en el marco de la producción de rayon resultan ser significativos.

Entre 1941 y 1967 el producto por hora hombre pasó de 1.93 a 3.48 kilogramos, lo que implica un incremento del orden del 80%. Tal como veremos, la "explicación" de lo ocurrido es compleja ya que: 1) se está hilando un 'output mix' distinto del de la situación original (ver col. 12-14 del Cuadro) - compuesto exclusivamente por 'conos' y 'tortas' en lugar de incluir también 'cadenas', 'canillas', 'madejas', etc. como lo hacía al principio; 2) se está hilando un título que, en promedio, es más alto que el trabajado en 1941 (col. 5 del Cuadro); 3) el número de máquinas y de posiciones de hilar en la Sección Hilandería ha crecido sensiblemente (col. 7-8 del Cuadro); 4) las máquinas operaban a una mayor velocidad que en la situación original (col. 6 del Cuadro); 5) todas y cada una de las Secciones de planta han experimentado cambios tecnológicos de diversa

25/ Siguiendo con el ejemplo del aumento en la velocidad de hilatura diríamos que éste puede alcanzarse con distintos tipos de modificaciones tecnológicas las que necesariamente difieren tanto en su componente de esfuerzos tecnológicos y creativos, como en su forma y área de implementación. La introducción de Hilatura de Tubos, por ejemplo, puede constituir uno de los posibles "senderos tecnológicos" para alcanzar el objetivo mencionado. Dicha vía de acción afecta principalmente a la Sección de Hilandería. El aumento en la velocidad de hilatura también puede conseguirse por vía de cambios tecnológicos en la etapa química, lo que implica la existencia de otro 'sendero tecnológico' que lleva a un idéntico resultado

Cuadro 3. Determinantes del crecimiento, 1941-1967

Año	Kilogramos producidos (en miles)	Índice de Producción (1937=100)	Productividad laboral (kgrs.-hora/hombre)	Denier promedio	Velocidad de hilatura (metros/minuto)	Sección Hilandería				
						Número de máquinas en uso	Número de posiciones en uso	Mano de obra directa (En miles horas)	Relación K/L	Peso relativo respecto mano de obra
1941	2 968	425	1 937	115	83.0	57	5 931	226.0	0.0262	18.0
1967	2 860	409	3 486	131	96.5	45	4 284	179.4	0.0238	27.0
Tasas de variación			79%	14%	16.3%		-27%	-20%	-7%	

Año	Sección Textil a/			Sección Lavadero			Sección Química					
	Formas expedición %			Mano de obra directa (Miles horas)	Peso relativo respecto mano de obra %	Mano de obra directa (Miles horas)	Peso relativo respecto mano de obra %	Insumos químicos 1937=100			Mano de obra directa (Miles horas)	Peso relativo respecto mano de obra %
	Conos	Tortas	Otros					Pulpa	Soda Cáust.	Bis. Carb.		
1941	46.0	2.2	51.8	746.7	60.2	152.1	12.2	100	99	101	115.1	9.2
1967	91.2	8.8	-	293.9	44.2	56.1	8.4	114	83	110	134.4	20.2
Tasas de variación				-60.6%		-63.1%		14%	-17%	10%	16%	

Fuente: Registros internos de la Compañía.

a/ Incluye todo aquello que no es Casa Química, Hilandería y Lavadero y Purificación de Tortas.

magnitud que han permitido ahorrar mano de obra (cols. 9, 15 y 17 del Cuadro), así como también materias primas (col.20 del Cuadro) y capital (col.10). Examinemos cada uno de los temas anteriores por separado. En términos generales pues: tanto la fábrica como el producto final elaborado han cambiado significativamente entre los dos años bajo estudio, siendo necesario 'normalizar' los distintos efectos a fin de alcanzar un cálculo realista del aumento de productividad y 'explicar' el mismo adecuadamente.

'Output mix' y simplificación textil

Tal como puede verse en el Cuadro N° 4, presentado a continuación, desde un punto de vista estadístico y cuantitativo el programa de simplificación textil constituyó el más importante de los determinantes del ahorro observado de mano de obra directa. La eliminación de las tareas de Teñido, Aspeado, Acabado, Retorcido, Devanado, Encanillado, Encolaje, etc. permitió reducir el total de horas de mano de obra directa requeridas en 1967 en 477.6 mil, lo cual equivale a aproximadamente 39% del total de horas directas utilizadas en 1941.

CUADRO N° 4

AHORRO DE MANO DE OBRA RELACIONADA CON LA "SIMPLIFICACION TEXTIL"

Area del Proceso	Horas totales de Operación Directa		Diferencia
	1941	1967	
1 - Casa Química	115.108	134.445	+ 19.337
2 - Hilandería y Baño Coagulador	226.003	179.433	- 46.570
3 - Lavadero y Purificación	152.133	56.106	- 96.027
4 - Area Textil Mantenido (*)	269.080	293.914	+ 24.834
5 - Area Textil Eliminada (**)	477.649	----	- 477.649
Total de horas operación Directa	1.239.973	663.898	- 576.075

(*) Area de conadoras. (**) Teñido, aspeado, acabado, retorcido, encanillado, devanado, encolaje, etc.

Fuente: Elaboración propia.

En otros términos: prácticamente la mitad del aumento observado en el producto por hora hombre -que fue del 80% entre 1941 y 1967- se origina en el hecho de que el 'output-mix' del final del período examinado difiere significativamente del 'output-mix' original.

Tomado 'strictu sensu' el programa de simplificación textil no implica cambios tecnológicos en Ducilo Rayon sino que se trata meramente de la eliminación de una serie de tareas de naturaleza textil las que, trasladadas tanto a los compradores (que absorben, por ejemplo, el teñido, acabado, etc.) como a talleres independientes (que trabajan para Ducilo, recibiendo de ésta el hilado y devolviéndolo

Mientras que el primero de dichos senderos es predominantemente (aunque no exclusivamente) de naturaleza mecánica, el segundo es más intensivo en conocimientos incrementales de carácter químico. Por supuesto esto no equivale a suponer la total independencia de ambos senderos.

tras las operaciones mencionadas) permitieron a la empresa aquí estudiada reducir sensiblemente su nómina de personal directo. 26/

A raíz de lo anterior, y una vez neutralizado el efecto del cambio en el 'output-mix', observamos que el aumento efectivo de productividad laboral que requiere ser "explicado" es del orden del 40% aproximadamente.

Plantel de maquinarias y sustitución de factores en Hilandería

Mientras que en 1941 se hallaban en funcionamiento 57 máquinas de hilar con 104 posiciones cada una de ellas, conformando un total de 5.931 posiciones en el conjunto de la Sección de Hilandería, en 1967 estaban en operación sólo 45 máquinas de 102 posiciones cada una, lo que hace un total de 4.284 posiciones en uso. A su vez, en el primero de dichos años la Sección de Hilandería absorbe 226 mil horas de mano de obra directa, las que se reducen a 179.4 mil en 1967.

En otros términos: mientras que el número de posiciones en uso decrece en 1967, esto es, 27% aproximadamente, el empleo de mano de obra directa lo hace en 46.570 horas, lo que representa el 20% de su valor en 1941. Lo anterior equivale a afirmar que la relación capital/trabajo en la Sección de Hilandería decreció un 7% aproximadamente.

Enfrentamos en este caso dos fuerzas distintas que deben ser diferenciadas. Por un lado, se registra una disminución en la dotación de capital y trabajo en uso de la Sección Hilandería. Por otro lado, obviamente esto no es lo único que ocurre ya que simultáneamente con lo anterior se nota una marcada sustitución de capital por trabajo, fenómeno que está asociado al cambio de baldes de 1 libra por otros de 2 1/2 libras que se importan de Old Hickory en 1962/63. Debido a su mayor dimensión estos últimos requieren una mucho menor dotación de mano de obra de 'dofeo' (retiro de tortas), hecho que explica el significativo ahorro de insumos laborales de que dan cuenta las estadísticas.

Con respecto al primero de ambos efectos -esto es, el decrecimiento en la intensidad de capital por hora hombre del área de Hilandería- de hecho constituye indicación de que de haberse mantenido la dotación del año base la productividad de la mano de obra habría sido aproximadamente 7% más alta que la efectivamente observada.

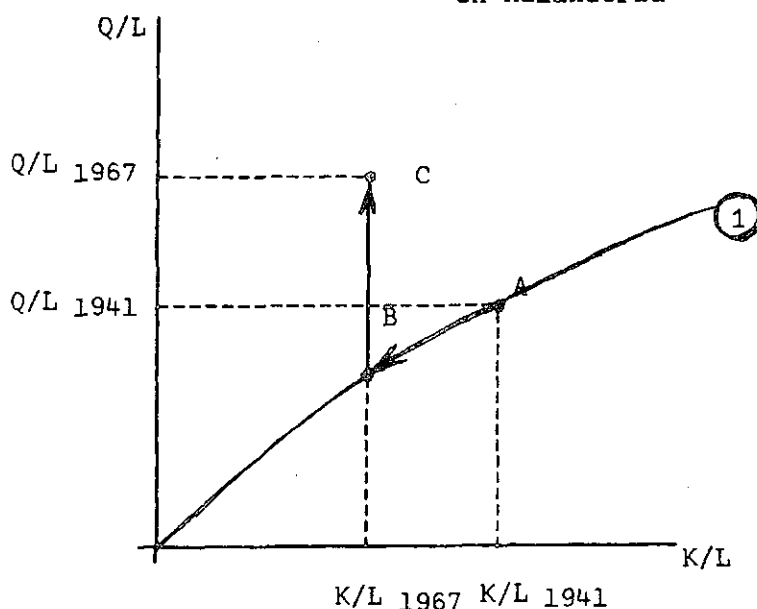
Ello equivale a afirmar que el incremento total de productividad laboral que requiere ser "explicado" es ahora del 46%-47% aproximadamente. (Ver cuadro 5, pág. 28) una vez que 'normalizamos' con relación a la dotación de factores con que operó la planta en ambos momentos.

26/ Resulta interesante observar que originalmente Ducilo decide tomar a su cargo una extensa gama de tareas de naturaleza textil que van más allá que la producción de hilado de rayon propiamente dicha. Probablemente dos hechos contribuyen a ello. Por un lado, la poca experiencia textil que el país tiene en los años 1930 cuando Ducilo comienza a funcionar y, por otro lado, el bajo salario real (en términos relativos). A medida que se afianza el proceso de industrialización del país, y con ello el desarrollo de la industria textil, y que, paralelamente, se va encareciendo el costo de la mano de obra, el proceso de simplificación textil y de cambios en el 'output-mix' se va haciendo más y más justificado.

Con relación al segundo de los dos efectos mencionados -esto es, la sustitución de capital por trabajo en el área de hilandería- observamos (col.9 del Cuadro) que el ahorro de mano de obra ha sido del orden del 20% en una sección que, en promedio, absorbe cerca del 25% de la mano de obra directa empleada por el total de la planta. En otros términos, el "efectos de sustitución" de capital por trabajo en el área de Hilandería "explica" aproximadamente un 5% del incremento de productividad por hora hombre registrado entre 1941 y 1967 en la planta en su conjunto. (Ver Cuadro 5, pág.28)

El Gráfico 2 describe el efecto acumulado de la sustitución de factores y de la 'de-cumulación' de capital ocurridos en la Sección de Hilandería. Mientras que la reducción de la relación capital/trabajo supone un movimiento entre los puntos A y B a lo largo de una dada curva de producción, el cambio de los baldes, y el subsiguiente cambio tecnológico que ello implica, desencadena el pasaje de B a C, lo que debe ser visto como la introducción de una nueva 'función de producción' en el área de Hilandería.

Gráfico 2: "De-cumulación" de capital y sustitución de factores en Hilandería



En lo que atañe a la naturaleza de dicho cambio tecnológico la evidencia del Cuadro 3 (col.8, 9 y 10) sugiere que en conjunto el mismo es relativamente ahorrador de capital ^{27/} aun cuando ello no hubo de impedir que en valor abso-

^{27/} Las unidades aquí empleadas son de naturaleza física, razón por la que un juicio mas definitorio acerca de la naturaleza última del cambio tecnológico en la Sección Hilandería requeriría saber cuál era el precio de los nuevos baldes vis a vis el valor de reventa de los baldes viejos de 1 libra.

luto dicho cambio tecnológico redujera drásticamente la dotación de mano de obra empleada en el área de Hilandería. 28/, reduciendo sensiblemente la dotación obrera requerida para operar la planta. Esto revela que un cierto cambio tecnológico puede desplazar mano de obra del proceso productivo (y aun hacerlo drásticamente, como en este caso) y aun así ser ahorrador de capital en términos relativos.

Velocidad de hilatura

El Cuadro 3 revela que otro de los importantes factores explicativos del aumento de productividad que se observa entre 1941 y 1967 es el incremento en la velocidad de hilatura, el que entre las dos fechas mencionadas varía 16.3 % (Col. 6). Esto indica que 35% aproximadamente -16 puntos porcentuales respecto a 46 que constituyen el aumento efectivo de productividad laboral que reclama ser "explicado"- proviene del hecho de que en 1967 las máquinas operaban a una velocidad promedio mayor que en 1941. (Ver Cuadro 5) 29/

Los programas destinados a aumentar la velocidad de hilatura fueron especialmente importantes a lo largo de la primera de las dos 'épocas' tecnológicas previamente identificadas, y en especial en la inmediata post-guerra y hasta promediar la década de los años 1950. En 1946/47, por ejemplo, la velocidad de hilatura llegó a superar los 145 metros por minuto, cifra que prácticamente duplica el ritmo de hilatura del comienzo de los años 1940, y que es un 50% más elevada que la correspondiente a 1967, año que aquí hemos tomado como base de comparación.

La principal explicación del comportamiento de Ducilo en esta materia - esto es, una alta y creciente velocidad de hilatura durante sus dos primeras décadas de vida productiva y una gradual retracción a velocidades sustancialmente menores a lo largo de la segunda 'época' tecnológica identificada - debe buscarse en fenómenos de mercado y en la relación que éstos guardan con la calidad del producto elaborado. Mientras que la inmediata post-guerra nos muestra a Ducilo operando en un 'mercado de compradores', en el que la capacidad instalada es normalmente utilizada a pleno, y en el que no existen dificultades de colocación del producto final, casi independientemente de la calidad y/o el precio que caracterizaran al mismo, la década de los años 1960 nos muestra un panorama distinto. Durante estos años la presión competitiva resulta mayor, dados por un lado, la presencia de plantas que no estaban en operación al final de la guerra, y por otro la creciente penetración de otras fibras sintéticas que van desalojando al rayon de varios usos finales cubiertos por el mismo en los años

28/ W.E.G. Salter examina varios ejemplos de cambios tecnológicos que frecuentemente se asocia al ahorro relativo de mano de obra, señalando que muchas veces estos también ahorran capital en términos absolutos - Ver: Productivity and Technical Change, Cambridge University Press, 1960, pág.33.

29/ Debe notarse que en 1967 la velocidad de hilatura -96 ms/minuto- es ya sustancialmente menor que el máximo alcanzado por dicha variable -145 ms/minuto-. La velocidad de hilatura adquiere mayor importancia relativa como explicación del crecimiento durante la primera 'época' aquí examinada, pero pierde parte de su importancia en un ejercicio como el aquí efectuado, en el que se comparan situaciones correspondientes a una y otra 'época'

1950. Este gradual pasaje a un 'mercado de vendedores' y la concomitante pérdida de atracción del rayon como fibra textil hacen que Ducilo concentre sus esfuerzos en aspectos inherentes a la calidad del producto elaborado, variable en la que tradicionalmente ha figurado como líder absoluto del mercado.

De los diversos caminos seguidos por Ducilo para mejorar la calidad del hilado a lo largo de la década de los años 1960, uno de gran importancia ha sido el de la reducción de la velocidad de hilatura 30/, lo que explica el patrón de conducta seguido por la empresa en esta materia.

Al margen de la conducta seguida por Ducilo en lo que hace a la velocidad de hilatura a través de las distintas 'etapas' de su evolución histórica, resulta de interés preguntarse a esta altura del argumento cuáles han sido los varios cambios tecnológicos puestos en práctica por la firma a través del tiempo a efectos de aumentar, primero, y de reducir luego el ritmo de operación de sus equipos de hilar.

La modificación tecnológica más relevante a ser mencionada con relación a la velocidad de hilatura es, sin lugar a dudas, la llamada hilatura de tubos que examinaremos con mayor detalle algo más adelante en este capítulo.

Habiendo completado la discusión de lo inherente al aumento de la velocidad de hilatura, y al papel que ésta juega como "explicación" parcial del aumento de productividad laboral a lo largo del período 1941-1967, seguimos a continuación con el examen de otros factores explicativos de la performance observada.

Sustitución de factores en Lavadero y Purificación de Tortas

A diferencia de lo que ocurre con la Sección de Hilandería, en el área de Lavadero y Purificación de Tortas se observa un significativo aumento en la relación capital/trabajo. Ello resulta a consecuencia de la puesta en funcionamiento en 1962 de dos túneles de lavado de tres vías cada uno, más otros equipos colaterales, adquiridos todos ellos de segunda mano tras el desmantelamiento de Old Hickory a comienzos de la década de los años 1960. Estamos en este caso en presencia de un conjunto de cambios tecnológicos que se ponen en práctica "incorporados" a la inversión de modernización de comienzos de dicha década. Los mismos tienen un claro sesgo ahorrador de mano de obra, lo que explica la caída de 63% en el número de horas de mano de obra directa empleadas por dicha sección. (Ver Columna 17 del Cuadro 3).

Dado que la Sección de Lavadero emplea 10% de la mano de obra directa utilizada por la planta en su conjunto, resulta factible concluir afirmando que el programa de modernización tecnológica de la misma permitió el ahorro de 6-7% del total de horas de mano de obra directa empleadas por Ducilo Rayon, o, lo que es equivalente, permitió el incremento de la productividad por hora hombre en una proporción similar a ello.

30/ Ya en los años 1970 se intenta producir hilado polinósico, quizás la última palabra en materia de calidad en el mercado de rayon. Para ello se busca asesoramiento técnico extranjero (CTA de Francia), pero el programa no llegó a ser puesto en práctica. En hilado polinósico la velocidad de hilatura baja sustancialmente a cambio de un fuerte aumento de calidad.

Recordando que el incremento de productividad que requiere ser "explicado" es del orden del 46%, el presente conjunto de cambios tecnológicos en la zona del Lavadero sería responsable por 14 % aproximadamente de lo ocurrido.

Aumentos en el denier

El Cuadro 3 (col. 5) revela que el denier medio aumentó aproximadamente 14% entre 1941 y 1967. Hilar un denier más pesado no implica un mayor requerimiento de mano de obra directa, sino que la misma dotación de trabajo produce un mayor número de kilos. De haber hilado en 1967 con el denier de 1941 la misma mano de obra hubiera producido menos kilos de rayon. Corresponde por ello computar como un aumento de productividad laboral el incremento de kilos que se obtiene por elaborar un título más pesado; incremento que alcanza a un 14% como indicáramos previamente. Con relación al total que requiere ser 'explicado' -esto es 46 puntos porcentuales- el aumento del denier absorbe cerca del 30 %), (Ver Cuadro 5, página 28)

El Cuadro 5 presentado a continuación resume los distintos factores 'explicativos' del aumento observado de productividad laboral.

Cuadro 5. Variables que "explican" el incremento observado de productividad laboral

	%	Importancia relativa
1. Aumento observado de productividad hora/hombre 1941-1967	79.0	
Menos:		
2. Simplificación textil	-40.0	
Más:		
3. Corrección a efectos de 'normalizar' respecto a la relación capital/trabajo	7.0	
SUBTOTAL A SER EXPLICADO	46.0	
4. Velocidad de hilatura	16.3	35.4
5. Aumentos en el denier	14.0	30.0
6. Sustitución de capital por trabajo en Lavadero y Purificación	6.5	14.2
7. Sustitución de capital por trabajo en Hilandería	5.0	11.0
8. Residuo "no explicado"	4.2	9.4
	46.0	100%

Fuente: Elaboración propia sobre datos suministrados por la empresa.

Las estimaciones del Cuadro 5 permiten realizar el siguiente comentario: tres grandes grupos de factores causales, discímiles en sus orígenes y en sus características principales, parecen haber actuado como los motores más importantes del aumento observado en la productividad laboral.

El primero de ellos -y cuantitativamente el más importante- está asociado a cambios tecnológicos 'mayores' y 'menores' gestados por el mismo elenco de ingeniería de la planta. Se expresa, a través de: 1) los incrementos alcanzados en la velocidad de hilatura y 2) los aumentos en el denier promedio. En su gran mayoría se trata de cambios tecnológicos "desincorporados" e implementados sobre la base de los equipos de capital ya instalados, marginalmente modificados. 35% del cambio observado de productividad se obtuvo por la primera de dichas variables y 30% a través de la segunda. Esto indica que 2/3 partes de lo ocurrido en materia de productividad laboral entre 1941 y 1967 pertenece a este grupo de factores causales.

El segundo grupo de factores causales que incidió sobre la productividad laboral es, en rigor de verdad, ajeno a hechos de naturaleza tecnológica y tiene que ver con el marcado cambio que es dable observar en el 'output-mix' comercializado por Ducilo. Este cambio ha estado relacionado con lo que aquí hemos denominado "Programa de Racionalización Textil", que no fue sino un vasto operativo ahorrador de mano de obra directa concretado a través del gradual abandono de un conjunto de tareas de naturaleza textil, ajenas a la actividad específica de producir rayon. Este segundo grupo de factores depende más de variables externas a la empresa y, en particular, de fenómenos de naturaleza macroeconómica, que de circunstancias propias de la firma aquí estudiada. El análisis de este tema nos ha llevado a observar que con cierta frecuencia empresas de la dimensión de Ducilo parecen haber comenzado a funcionar en el escenario local sobre la base de una dotación de mano de obra superior a la verdaderamente requerida por la tecnología y los equipos de capital inicialmente instalados. Asimismo, parecería que en muchos casos firmas de envergadura optaron por autoproveerse de una vasta gama de bienes y servicios que la infraestructura industrial del país no estaba en ese entonces en condiciones de proveer a costos y calidad 'razonables'. Diez o quince años mas tarde la maduración del conjunto del sistema económico, por un lado, y el gradual encarecimiento relativo de la mano de obra fabril, por otro, tornaron ineficiente el 'modus operandi' inicialmente elegido. La comprobación de ello forzó a muchas plantas a ahorrar mano de obra directa descentralizando tareas de alto contenido unitario de mano de obra. El caso aquí estudiado parece ser uno en el que ambos factores -madurez de la rama textil y gradual encarecimiento relativo de la mano de obra- justificaron a partir de la post-guerra el paulatino abandono de muchas de las tareas textiles inicialmente cubiertas.

Finalmente, el tercer grupo de factores que actuó sobre la productividad laboral es nuevamente de naturaleza tecnológica pero, a diferencia del primer conjunto de fuerzas previamente examinado, este tiene un mayor componente externo a la firma, y se halla primordialmente asociado a la modernización fabril encarada en 1962-63. Se trata en este caso de un conjunto de cambios tecnológicos 'incorporados' en los equipos de capital importados de segunda mano de los E.E.U.U. a comienzos de los años 1960. Como tal, constituyen cambios tecnológicos de origen y diseño externo y se requiere la presencia de una fuerte inversión de modernización para su puesta en práctica.

En términos relativos este grupo de cambios tecnológicos fue marcadamente más ahorrador de mano de obra que los identificados en primer término.

Hasta aquí hemos examinado lo ocurrido en materia de productividad de la mano de obra directa. Los indicadores presentados en el Cuadro 5 sugieren que aproximadamente 2/3 del incremento alcanzado por la misma entre 1941 y 1967 se origina en cambios tecnológicos 'mayores' y 'menores' generados por personal técnico de planta (grupos de química y mecánica experimental). Dichos cambios tecnológicos fueron, en términos generales, de carácter 'desincorporado' y se implementaron sobre la base del equipo de capital disponible. Simultáneamente con lo anterior observamos que aproximadamente una cuarta parte del incremento de productividad de la mano de obra directa ha derivado de cambios tecnológicos 'mayores' y 'menores' 'incorporados' a la inversión de modernización de planta de 1962-63. Se trata en este caso de cambios tecnológicos provenientes del exterior, y con un mayor sesgo ahorrador de mano de obra directa que los mencionados en el párrafo anterior (especialmente en el área de Lavadero y Purificación de Tortas).

Algo más adelante, en el curso del presente capítulo, habremos de describir en mayor detalle el 'componente tecnológico' subyacente bajo cada uno de los cambios tecnológicos identificados a lo largo de las páginas precedentes. Antes de hacerlo, sin embargo, parece conveniente examinar brevemente lo ocurrido en relación a la eficiencia en el uso de los insumos físicos, particularmente, pulpa de madera y soda cáustica, los que, como indican las últimas columnas del Cuadro 3, también sufrieron variaciones de importancia en sus 'coeficientes técnicos' de utilización.

Eficiencia en el uso de los insumos físicos

El Cuadro 3 sugiere al menos dos hechos de importancia en lo que hace a la eficiencia en el uso de los insumos físicos. Por un lado, la variación observada en los 'coeficientes técnicos' (indicadores de consumo físico de pulpa de madera, soda cáustica, etc. por kilogramo de rayon elaborado) plantea la posibilidad de que se hubieran introducido modificaciones de importancia en el proceso de producción. Por otro lado, en este tramo del proceso, a diferencia de lo ocurrido en Hilandería, Lavadero y Sección Textil, se incrementan marginalmente los requerimientos absolutos y relativos de mano de obra, sugiriendo ello la posibilidad de que el cambio tecnológico introducido en el área química haya sido relativamente utilizador de mano de obra (ahorrador de insumos físicos específicos; soda cáustica, en particular).

La información presentada a continuación en el Cuadro 6 y el Gráfico 3 permite profundizar el análisis de ambos temas.

Cuadro 6

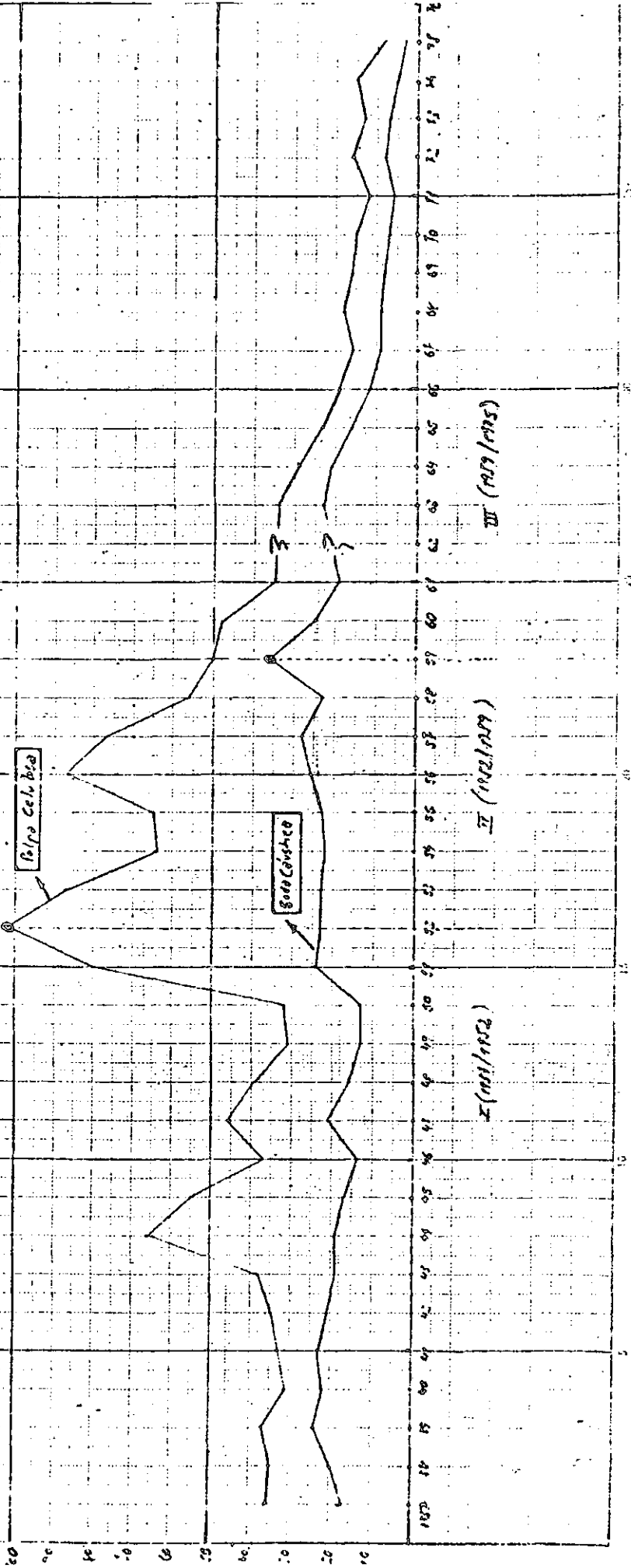
Precios de pulpa celulósica y de soda cáustica en distintos subperíodos de la historia de Ducilo Argentina. (Deflacionada a pesos constantes de 1937).

	1937-1950	1950-1960	1961-1974
Pulpa Celulósica	39.3	71.6	19.2
Soda Cáustica	18.5	25.3	11.0

Fuente: Cálculados como promedio simple de los valores mensuales emergentes de hojas de costos deflacionados con un índice de precios de rayon Ducilo.

Gráfico N°3: Precios de Pulp Celulosa y Soda Cáustica

(Promedios Anuales a pesos de 1937)



Dos comentarios de interés pueden ser formulados a partir del material presentado en páginas previas.

Primero, la serie correspondiente al precio promedio de la pulpa celulósica permite identificar tres momentos en los que el mercado atravesó serias dificultades de abastecimiento. El primero de ellos corresponde a la etapa bélica, mientras que los dos restantes se localizan al comienzo de los años 1950 y en 1956/57. En estos dos últimos casos la firma hubo de responder al incremento del precio unitario de la pulpa celulósica a través de programas sustitutivos. En 1951/52 se utilizó intensivamente el lintern de algodón como materia prima básica, mientras que ya sobre el final de la década de los años 1950 se comenzó a operar con pulpa de menor tenor celulósico, la que no sólo resulta de menor valor unitario, sino que simultáneamente sufre menor recargo aduanero al ser importada, (tanto la pulpa de mayor contenido celulósico como la de inferior calidad empleada a partir de la segunda mitad de los años 1950 se importaban de Suecia). 31/

Tal como veremos algo más adelante los dos programas de sustitución de materias primas celulósicas requirieron un elevado monto de esfuerzos tecnológicos locales ya que fue necesario modificar y optimizar el proceso productivo en función de las nuevas circunstancias operativas. Dicho componente tecnológico fue provisto por el personal técnico de planta que actuaba en los departamentos de Experimentos Mecánicos y Químicos.

Finalmente, y también con relación al uso y costo unitario de pulpa celulósica, los coeficientes técnicos del Cuadro 3 sugieren que la sustitución de pulpa de alto contenido de celulosa por una de inferior calidad hizo necesario incrementar en aproximadamente 14% el índice de utilización de esta materia prima por kilogramo de rayon producido. Dado que la diferencia de precio entre ambas pulpas celulósicas oscilaba en el entorno del 20% aproximadamente 32/, la sustitución redundaba en una reducción de costos de cierta significación.

Segundo, también la serie correspondiente al precio de la soda cáustica revela un marcado encarecimiento de dicha materia prima a partir de 1950. Es recién en la segunda mitad de los años 1950 cuando Ducilo decide llevar adelante un programa de investigación aplicada destinado específicamente a ahorrar soda cáustica; dicho programa recibe el nombre de 'Hilatura de viscosa de Altos Sólidos' y su desarrollo coincide tanto con la apertura de una planta piloto 33/

31/ Leemos en una de las monografías técnicas del Departamento de Experimentos Mecánicos y Químicos: "Debido a las disposiciones aduaneras vigentes las pulpas de madera de importación sufren recargos cuyo monto depende del contenido de alfa celulosa de las mismas.... Todo ello significa que el uso de pulpas con un contenido de alfa celulosa inferior al 90% representa una importante economía en el proceso". En esos años se lleva a cabo un detenido programa de investigación aplicada en este campo, estando los resultados del mismo publicados en: "Evaluación de pulpas de madera con un contenido de alfa-celulosa menor del 90%. Monografía Técnica de Planta N° 1, Marzo 1967. Y también: "Pulpas para proceso viscosa". Monografía Técnica de Planta N° 1, Enero 1968.

32/ Se trata de una estimación efectuada en base a la información contenida en las monografías técnicas citadas en la nota previa (ver nota 31).

33/ Respecto al uso de la planta piloto en el programa experimental de hilatura de altos sólidos pueden encontrarse dos monografías sumamente detalladas que sirvieron de base para el presente análisis. Son: 1) Informe N°1 sobre hilatura de viscosa de altos sólidos, Memoria Técnica de Planta N°12, Octubre de 1963 y

destinada a facilitar la experimentación, como con el cierre en USA de la última de las fábricas productoras de rayon propiedad de Du Pont de Nemours. Esta última circunstancia aumenta los grados de libertad del elenco técnico local, el que queda librado a sus propias limitaciones y potencialidades. La mayor infraestructura de análisis y experimentación disponible a partir de la apertura de la planta piloto afianza a dicho elenco técnico en la decisión de desarrollar localmente un 'paquete' de conocimientos tecnológicos que no era ya factible obtener por vía de asistencia técnica de la casa matriz.

Al igual que en el caso de las materias primas celulósicas el encarecimiento de la soda cáustica observable en los años 1950 (y su escasez física hacia el fin de la década) estimularon la búsqueda de soluciones tecnológicas por parte de los departamentos de ingeniería química y mecánica. También, al igual que en dicho caso, fue necesario diseñar, poner en práctica, y, finalmente, optimizar, un nuevo proceso productivo marcadamente distinto del instalado originalmente.

La sección que sigue, última del presente capítulo, examina brevemente el 'componente tecnológico' doméstico de algunos de los cambios tecnológicos mas importantes introducidos por Ducilo a través del tiempo.

Ritmo y naturaleza de los esfuerzos tecnológicos domésticos

Hemos visto en la Sección anterior que los cambios tecnológicos provenientes de esfuerzos de investigación y desarrollo realizados por el Departamento de Experimentos Mecánicos y Químicos de la planta 34/, tuvieron un impacto significativo tanto sobre la productividad de la mano de obra directa como sobre la eficiencia en el uso de las materias primas más importantes.

En el curso de esta sección examinaremos distintos rasgos de la conducta tecnológica de Ducilo, comenzando primero por estudiar el nivel de 'gastos tecnológicos' y las 'fuentes' de demanda por nuevos conocimientos tecnológicos, internamente generados en la planta fabril, y continuando luego por un análisis pormenorizado de algunos programas tecnológicos específicos, su magnitud y sus efectos sobre la performance técnico-económica de la empresa.

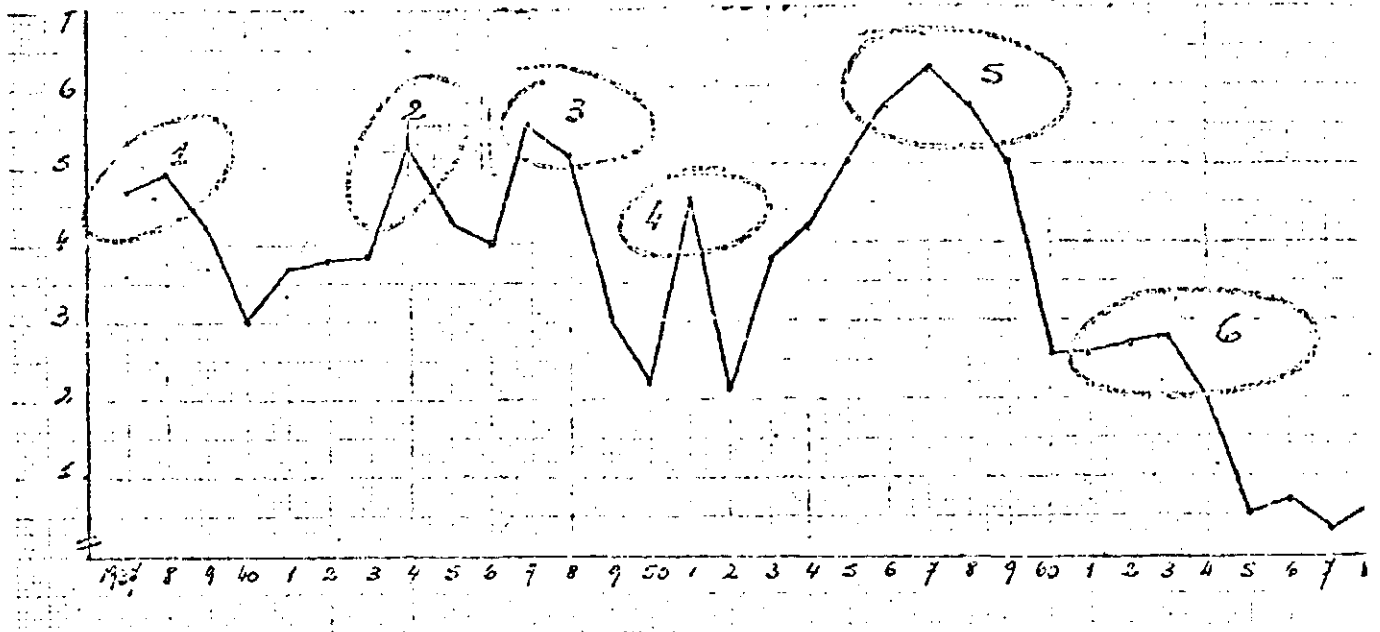
El gráfico 4 presentado a continuación refleja la evolución de los gastos de sueldos y salarios en Experimentos Mecánicos y Químicos a través del tiempo. La serie está expresada a pesos constantes de 1937.

2) Evaluación de Viscosa de Altos Sólidos, Memoria Técnica de Planta Nº3, Setiembre de 1966.

34/ Dichos departamentos cambiaron de nombre hacia el comienzo de los años 1960, momento en que se abandona la nomenclatura de "Experimentos Mecánicos y Químicos" y comienza a utilizarse el rótulo genérico de "Asistencia Técnica de Planta".

Sueldos y Salarios en Experimentos Mecánicos y Químicos

(pésos de 1937)



La gráfica revela varios hechos de interés. Primero, resulta claro que en el conjunto de la vida operativa de esta planta -casi cuatro décadas- los gastos anuales en Experimentos Mecánicos y Químicos fueron gradualmente perdiendo importancia, para prácticamente desaparecer sobre el final de la década de los años 1960.

Segundo, la caída en los esfuerzos de experimentación mecánica y química -que resulta obvia cuando comparamos la primera y última década de funcionamiento fabril- no es, en rigor de verdad, una característica del período 1937-1957, en el que, aun a pesar de las oscilaciones anuales, se mantiene un nivel mínimo de gastos tecnológicos anuales que no desciende de 2.1 (miles de pesos de 1937), y que, en promedio, puede ubicarse en el entorno de los 4.0 (miles de pesos de 1937). La caída abrupta comienza a registrarse recién a partir de la segunda mitad de los años 1950 y, salvedad hecha del corto lapso en que se produce la modernización fabril (1962-1963), registramos prácticamente la desaparición de los gastos tecnológicos de planta en el curso de la década de los años 1960.

Tercero, resulta importante observar cuáles han sido a través del tiempo las distintas 'fuentes' de demanda de esfuerzos tecnológicos internos a la planta. Empleando la numeración del Gráfico 4 las mismas pueden resumirse de la siguiente forma:

1. La etapa de puesta en marcha de planta.
2. El período de expansión de la capacidad instalada, la que se concretó a través de la incorporación y puesta a punto de 12 máquinas adicionales en la Sección Hilandería.

3. La introducción de cambios en aspectos mecánicos del proceso productivo. Introducción de hilatura de alta velocidad y transformación de las bateas abiertas a bateas de hilatura de tubos.

4. y 5. Cambios en aspectos químicos del proceso.

1. Sustitución de pulpa de madera por linternas de algodón y,

2. Sustitución de pulpas de alto tenor celulósico por otras de inferior calidad.

3. Disminución del 'coeficiente técnico' de utilización de soda cáustica por unidad de rayon.

6. Sustitución de capital por trabajo. Instalación y puesta en marcha de los nuevos túneles de lavado y purificación de tortas y de los baldes de 2 1/2 libras, adquiridos de segunda mano tras el cierre de Old Hickory.

En otros términos, el gráfico revela que hechos tales como: a) la puesta en marcha de planta y la optimización inicial del proceso, b) la expansión de la capacidad instalada, c) los cambios del proceso (ya sea que estos ocurran a instancias de cambios en las materias primas empleadas, o de alteraciones en el ritmo de utilización de los equipos u otras circunstancias semejantes), d) Las modificaciones de los equipos de capital disponibles, e) la sustitución de capital por trabajo, etc. son todas situaciones que reclaman un cierto monto de conocimientos tecnológicos 'ad hoc' que deben ser producidos a la medida estricta de las necesidades y que, a raíz de ello, requieren de la experimentación, del ensayo y error y de las tareas de investigación y desarrollo realizadas en planta piloto.

Cuarto, al margen de lo anterior el gráfico revela también un hecho adicional relacionado con la naturaleza del programa de experimentación mecánica y química de esta empresa en el área de rayon. Nos referimos al marcado carácter de 'trouble-shooting' que parecen tener los esfuerzos tecnológicos realizados. Como puede observarse, la firma tiende a responder con incrementos en sus esfuerzos de creación de conocimientos tecnológicos 'nuevos' a los requerimientos 'urgentes' del proceso o de la línea de producción, pero no se muestra igualmente interesada en mantener un nivel estable de esfuerzos tecnológicos a través del tiempo. Pensamos que la explicación de esta conducta debe buscarse en el hecho de que, correctamente, Ducilo consideraba al rayon como un producto cuya vida era necesariamente limitada frente al rápido surgimiento del nylon y otras fibras sintéticas.

La planta de rayon parece haber sido en alguna medida la unidad de entrenamiento y capacitación del amplio elenco técnico y profesional que con el correr de los años ha formado esta empresa. La creciente pérdida de interés en el rayon fue llevando a que, una vez capacitado, el personal técnico fuera transferido para prestar servicios en las otras plantas fabriles del grupo Ducilo, nylon y papel celofán, en particular.

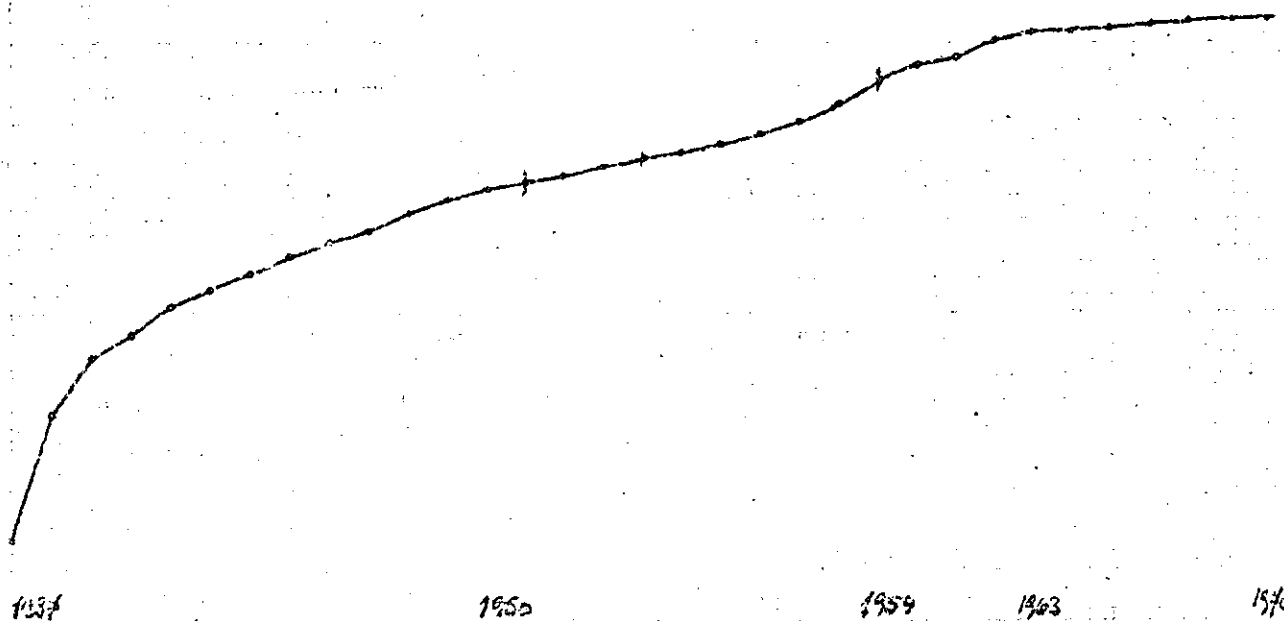
Las modificaciones del proceso, las sustituciones de materias primas, las instalaciones de nuevas maquinarias y su puesta a punto, etc. normalmente determinaron la necesidad de reconstituir parcialmente el plantel técnico de la planta de rayon, cosa que era hecha sobre la base de un 'task force' especialmente constituido con profesionales y técnicos de las otras unidades operativas. Resuelto el problema que los convocaba estos regresaban a sus posiciones anteriores, constitu-

yendo ello la explicación del carácter oscilatorio de la serie de gastos tecnológicos que nos describe la gráfica.

Un último punto antes de pasar al análisis de algunos programas tecnológicos específicos. Acumulando los gastos en tareas de investigación y desarrollo a través del tiempo obtenemos una curva de forma típicamente asintótica, característica de situaciones en las que es dable diagnosticar la presencia de 'efectos de saturación' al flujo de esfuerzos tecnológicos destinados a mejorar y optimizar una planta fabril esencialmente dada. En función de las restricciones impuestas por el equipo de capital disponible -que sólo admite un número finito de manipulaciones y ajustes- y, en el presente caso, en función también del creciente desinterés por el rayon como tema de estudio y experimentación (dado el inminente cierre de planta, que fuera decidido originalmente al fin de la década de 1950), resulta razonable esperar un sendero de gastos acumulados de investigación y desarrollo semejante al descrito en el Gráfico 5.

Gráfico 5

Gastos acumulados de Investigación y Desarrollo
(en pesos de 1937)



Es interesante observar que la función logística involucrada en el Gráfico 5 pone en evidencia una cierta discontinuidad histórica en el entorno del período 1958-60, en el que se registra un punto de inflexión y un breve tramo ascendente que cubre el quinquenio 1958-1962.

Vale la pena notar que dicha discontinuidad tiene una clara contrapartida

en la historia funcional de esta firma. Coincide la misma con la modificación formal del plantel directivo de la empresa, y con la incorporación de una nueva gerencia técnica sumamente proclive al desarrollo de la capacidad local de ingeniería. Este hecho, que se observa más nítidamente en las otras plantas fabriles de Ducilo, sólo alcanza a tener una significación marginal en la planta de rayon que ya entra en ese entonces en las postrimerías de su vida operativa.

Cerrando aquí el análisis agregado del flujo de gastos en Experimentos Mecánicos y Químicos pasamos a continuación a examinar algunos programas tecnológicos específicos.

1. Hilatura de tubo.

Hacia 1941 Ducilo se halla trabajando a 'capacidad normal' con la totalidad del equipo instalado en 1937, entendiendo por tal la operación a batea abierta a 200 revoluciones de godet por minuto en el punto medio de hilar de la máquina 35/. Ello brinda 96.5 metros de rayon por minuto, rendimiento que las normas Du Pont consideran 'normal'.

La presencia de demanda excedente lleva a plantearse en ese momento dos alternativas: 1) expandir la capacidad instalando nuevas máquinas de hilar y/o 2) aumentar la velocidad de hilatura a efectos de extraer mayor volumen de producción del equipo instalado. Se opta por seguir ambas vías de acción.

La fricción que ejerce el baño coagulador al hilo que avanza en formación en la batea constituye una de las principales limitaciones tecnológicas que en ese momento impedían aumentar la velocidad de hilatura. La idea de sustituir la hilatura en batea abierta por un sistema en el cual el baño coagulador circule conjuntamente con el hilo, en el interior de un tubo de vidrio, permitiendo ello mayor velocidad sin alterar la relación de contacto entre baño e hilo 36/ parece haberse originado hacia 1944/45 en Du Pont, USA. 37/. El desarrollo local de dicha idea -y toda la experimentación mecánica y química que ello demandara- fue realizado en la planta de Ducilo en 1945/46. ¿Qué es lo que esto significa?

Las máquinas de batea abierta debieron ser modificadas instalándose en las mismas un zig-zag de plomo, nuevas guías y, finalmente, tubos de vidrio de aproximadamente 1/2 cm. de diámetro para que por allí circularan el hilo y el

35/ Dado que existen diferencias de velocidad entre el comienzo y el final del hilado de un determinado cono, se establece la convención de hablar de velocidad 'en el punto medio' del mismo, tal como lo hacemos en el texto.

36/ Diversas propiedades del hilado -especialmente su capacidad tintórea- dependen crucialmente de tiempo de contacto (y, por ende, de la extensión del tubo) entre el hilo y el baño.

37/ S. Hollander indica que hacia 1945 Du Pont ya había patentado en USA el método de hilatura de tubos, aunque no da mayor indicación acerca del origen, costo de desarrollo, etc. de esta nueva tecnología.

baño. La inversión requerida por esta modificación de los equipos oscilaba en el entorno del 10% del valor de una máquina nueva, y permitía llevar la producción a aproximadamente 300 revoluciones de godet por minuto (lo que implica cerca de 145 metros de rayon en esa misma unidad de tiempo). En otros términos, el rendimiento del equipo se incrementó en 50% respecto a la hilatura en batea abierta.

La extensión del tubo de vidrio determina el tiempo del recorrido y, por lo tanto, el tiempo de contacto entre el filamento y el baño. Dicho tiempo debe ser optimizado en función del denier que se está hilando, de las materias primas que se usan para elaborar la viscosa, etc. De allí que los desarrollos efectuados en USA, que determinaron la conveniencia de un tubo de 72 cm., no resultaron adecuados a las circunstancias locales para las que el elenco de experimentación mecánica y química hubo de estimar la mayor apropiabilidad de un tubo de 89 cm.

El pasaje a hilatura de tubos insume unos 6 meses de trabajo de aproximadamente la mitad del elenco de Experimentos Mecánicos y Químicos que en ese entonces es de unas 30 personas. Se trabaja primeramente con dos o tres posiciones en una dada máquina de hilar, a título experimental, ensayando: a) tipo de batea (recorrido); b) tipo de baño coagulador; y c) tipo de viscosa. Luego de elegida la combinación óptima en escala piloto se debían realizar los planos de detalle para la modificación de las bateas, y la elaboración de la instrucción 'standard' para la preparación de la viscosa y el baño coagulador.

Transcurrida esta etapa se comienza a hilar en escala semi-comercial sometiendo la producción a pruebas físicas y químicas en casas de clientes, momento en el que el Departamento de Experimentos Mecánicos y Químicos debía operar en estrecha colaboración con el Servicio Técnico de ventas, responsable último de la relación con clientes.

Es importante observar que la hilatura de tubos está negativamente correlacionada con indicadores de calidad, razón por la que en los años 1960 Ducilo decide reducir muy significativamente la velocidad de hilado y volver a trabajar sobre la base de batea abierta. Ello, sin lugar a duda, reclama una nueva puesta a punto y optimización del proceso.

Un segundo programa tecnológico que demandó significativos esfuerzos de carácter experimental del elenco local de ingeniería, fue el denominado 'Hilatura de Altos Sólidos'. El mismo se examina a continuación.

2. Hilatura de Altos Sólidos

El Programa de investigación en Hilatura de Viscosa de Altos Sólidos data de los primeros años de la década de 1960, siendo las dos principales monografías técnicas en esta materia de 1962/63 y 1965/66 respectivamente.

El principal objetivo de este programa de investigación experimental fue el de reducir costos disminuyendo el 'coeficiente técnico' de insumo unitario de soda cáustica, materia prima que sobre el final de los años 1950 no sólo se había encarecido sino que resultaba difícil de obtener.

En términos técnicos el objetivo consiste en reducir la alcalinidad y au-

mentar el contenido celulósico de la viscosa, sin alterar los parámetros de calidad mecánica, química, etc. del rayon producido. Al margen de reducir costos por vía del ahorro de soda caústica la técnica de Hilatura de Altos Sólidos tiene varias otras derivaciones de importancia. Entre ellas: 1) Disminuir el uso de ciertos equipos de capital, en especial el avaporador y el cristalizador, lo que implica un menor consumo de energía. 2) Reducir los requerimientos de mano de obra en el área textil, a raíz de la disminución en el número de "dofeos" (retiro de tortas) necesarios para una dada producción. 3) Reducir el 'coeficiente técnico' de Acido Sulfúrico por Tn/rayon a raíz del menor tenor de alcalinidad de la viscosa, etc.

Ahora bien: un cambio tecnológico del tipo aquí examinado - al igual que aquellos otros asociados a cambios en el tipo de pulpas empleadas en la elaboración de la viscosa - presupone un cambio total del proceso, especialmente en lo que atañe a Casa Química. Se debe variar la relación de prensado, el tiempo de impregnación, el tiempo de maduración, la relación de sulfuro de carbono para hacer el xantato de celulosa (véase el Diagrama de Proceso Rayon, en pág. 8), etc.

Al igual que en el caso de la experimentación relacionada con el uso de nuevas pulpas, la única forma de generar el conocimiento tecnológico requerido por el programa de Hilatura de Altos Sólidos fue a través de ensayo y error a escala de planta piloto, en busca de una combinación 'óptima' que se acerque (o mejore) los standards Du Pont de calidad. Dada la capacidad relativamente pequeña de la planta piloto - 30 kgrs./día de hilado - una vez determinados los ajustes de proceso en el área de casa química fue necesario realizar pruebas en mayor escala (utilizando para ello la misma planta fabril a título experimental), a fin de poder evaluar performance de hilatura, devanado textil, y otros parámetros para los que se requieren mayores tamaños muestrales.

Es importante destacar que el Programa de Hilatura de Altos Sólidos aprovecha cierta información monográfica proveniente del archivo técnico de Old Hickory 38/, pero debe considerarse como un producto genuino del elenco local de ingeniería ya que se cuenta con escasa o nula participación técnica de la casa matriz, la que para esa época ha cerrado todas sus plantas de rayon en USA.

'Hilatura de Tubos' e 'Hilatura de Altos Sólidos' fueron dos de los programas importantes de investigación experimental encarados por el elenco profesional y técnico de Ducilo. Ambos tuvieron un significativo impacto sobre la performance de la empresa. Sin embargo, es importante observar que el grupo de Experimentos Mecánicos y Químicos (posteriormente denominado grupo de Asistencia Técnica de Planta) completó más de un centenar de proyectos de investigación y desarrollo entre 1959 y el cierre de la planta fabril, período para el cual nos ha sido posible obtener el material estadístico pertinente.

38/ Ello puede deducirse de las referencias bibliográficas consultadas por el personal de Experimentos Mecánicos y Químicos las que aparecen explícitamente mencionadas en las monografías técnicas ya referidas.

V. CALIDAD, NUEVOS PRODUCTOS Y EXTERNALIDADES

1. Introducción

A lo largo de este capítulo examinaremos tres temas que con frecuencia quedan marginados en las investigaciones sobre cambio tecnológico que es dable hallar en la literatura económica. Dicha marginación no obedece a la falta de importancia de los mismos, sino a las fuertes dificultades teóricas y de análisis cuantitativo con que se tropieza en cada uno de ellos, circunstancia que desalienta su exploración de detalle. Nos referimos específicamente a: 1. el tema de la calidad, y sus cambios a través del tiempo. 2. El fenómeno del lanzamiento de 'nuevos' productos, y, 3. Al problema de las externalidades que el cambio tecnológico de una determinada empresa produce sobre terceros, y que no resultan correctamente expresadas a través de las relaciones normales de mercado vigentes entre productores y/o entre estos y los consumidores.

El cambio tecnológico de Ducilo Rayon ha estado fuertemente asociado a cada uno de estos temas. En lo que a calidad se refiere habremos de observar aquí que dicha variable cumplió un papel preponderante -especialmente durante las dos últimas décadas de vida operativa- en la confrontación de Ducilo con sus competidores más inmediatos, Sniafa y Reysol. Leemos al respecto de este tema en una de las Memorias Técnicas de Planta "Sin embargo, desde fines de 1967, la performance de teñido de Sniafa y Reysol comienza a mejorar... acercándose a los niveles de teñido de la producción Ducilo.La situación en el mercado se modifica de tal forma que Ducilo, para mantener la situación competitiva en calidad, debe apelar necesariamente a mejorar su nivel de teñido" 39/

Observamos aquí que la variable 'Calidad' -y los esfuerzos tecnológicos asociados al mejoramiento de la misma- se transforman en un tema central de estrategia empresarial, aun cuando los mismos no necesariamente hacen a la relación costo-precios, que es la que fundamentalmente recibe atención en el análisis económico contemporáneo.

Algo semejante ocurre con el lanzamiento de nuevos productos tema que la teoría recibida trata de manera muy insatisfactoria. I.M.D. Little en su Critique of Welfare Economics escribe: "La introducción de nuevos productos es algo más serio. Es más, dicho tema escasamente puede ser incorporado al análisis" 40/

Al igual que en lo que a calidad se refiere, el lanzamiento de nuevos productos -y el esfuerzo tecnológico de desarrollo de los mismos- deben ser considerados como aspectos cruciales de estrategia empresarial, especialmente en un mercado de rasgos oligopólicos en los que la competencia de precios no constituye el hecho central (o único) en relación al cual se determinan las participaciones relativas de las firmas en la oferta global.

39/ "Rayado en Cadena" - Memoria Técnica de planta N°1, Mayo 1969, pág.2.

40/ I.M.D. Little: Critique of Welfare Economics, Oxford University Press, 1960, pág.39.

Finalmente, el tema de las externalidades. Consideraremos aquí explícitamente dos tipos de externalidad del esfuerzo tecnológico de Ducilo Rayon. Ellas son: a. El desarrollo de proveedores, fabricantes de equipos, repuestos, etc. y, b. La asistencia técnica a clientes. En ambas direcciones hemos observado que los esfuerzos tecnológicos llevados a cabo por el departamento de Experimentos Mecánicos y Químicos de Ducilo Rayon han dado origen a externalidades de importancia.

El hecho de que en las páginas que siguen intentemos abordar estos temas no constituye prueba de que la información disponible permita mucho más que algunas reflexiones preliminares. Somos conscientes de que se requiere una mayor investigación de detalle, pero la importancia de los temas mencionados nos ha sugerido la conveniencia de abordarlos aunque sólo sea en forma introductoria.

2. Calidad

La calidad del rayon se mide en base a 5 variables distintas, que son: 1. Tenacidad, 2. Elongación, 3. Denier, 4. Calidad Mecánica (filetas) y, 5. Teñido. La estrategia de la empresa en materia de calidad se fija en base a tres consideraciones básicas: a. El standard teórico, dado en este caso por las Normas Técnicas de Du Pont. b. Las exigencias del mercado y, c. La calidad de la competencia.

Lo anterior sugiere, por un lado que la estrategia empresarial en materia de calidad tendrá un carácter esencialmente dinámico. Obviamente no es lo mismo desde este punto de vista actuar en un mercado competitivo de firmas técnicamente sofisticadas, que hacerlo en condiciones de monopolio y a cubierto de la importación por una elevada tarifa aduanera. Tampoco tiene idénticas consecuencias para la estrategia sobre calidad producir para un mercado de usuarios poco exigentes que hacerlo para una demanda capaz de evaluar diferencias cualitativas. Por otro lado, el párrafo anterior también revela la complejidad del tema al mostrarnos que cinco variables distintas inciden sobre la calidad final del rayon, cada una de las cuales a su vez depende de una gama de parámetros químicos, mecánicos, etc.

A raíz de lo primero -esto es, del carácter esencialmente dinámico de la estrategia en materia de calidad- poco puede sorprendernos el hecho de que los esfuerzos tecnológicos destinados a mejorar la misma, aun cuando presentes a lo largo de la historia evolutiva de Ducilo Rayon, se vuelven más importantes desde el final de la década de los años 1950, momento en que la presión competitiva adquiere mayor significación y en que, concomitantemente, los cambios de proceso se tornan más importantes, a través de la eliminación de la Hilatura de Alta Velocidad y de la introducción del proceso de Hilatura de Altos Sólidos.

En función del segundo tema previamente apuntado -la complejidad del tema de calidad, al estar el mismo determinado por cinco variables distintas- tampoco debe resultar extraño el hecho de que recién en la tercera década de funcionamiento fabril esta empresa cuenta con una teoría explícita de los determinantes de la calidad del producto y llega a expresar en términos formales el distinto peso relativo que cada una de dichas variables tiene sobre un índice ponderado

global de calidad. 41/

Al margen de los puntos anteriores -esto es, de que el tema de la calidad se torna significativamente más importante recién a partir del final de la década de los años 1950, cuando el mercado se vuelve más competitivo, y de que sólo a comienzos de los años 1960 el elenco técnico elabora una teoría formal de los determinantes de la calidad del producto comercializado- la información disponible revela otros varios hechos de interés. Entre ellos, los siguientes:

a. Aunque el material estadístico resulta fragmentario en este sentido se observa una tendencia secular a la mejora de calidad a través de los años. Siendo la variable 'Teñido' la de mayor significación relativa en el índice ponderado de calidad es interesante observar que el % de producción con más de 6 tonos -índice normalmente utilizado por Ducilo para evaluar la calidad del teñido- resulta de 16.2 en 1963 42/ y baja a 8 hacia el fin de la década 43/ siendo el óptimo teórico de valor 5. De igual manera los índices de tenacidad y elongación revelan una tendencia hacia el mejoramiento, especialmente durante la década de los años 1960. 44/

b. Históricamente ha constituido un hecho aceptado en el mercado local de rayon el que la calidad de Ducilo estuviera permanentemente por encima de la calidad media de sus competidores más inmediatos, Sniafa y Reysol. Un informe de mediados de los años 1960 proporciona los siguientes índices: 45/ 46/

41/ Es recién hacia el comienzo de los años 1960 -tras más de veinte años de funcionamiento- que leemos en una de las Memorias Técnicas de Planta: "La experiencia acumulada en la aplicación del actual método de cálculo -esto es el Índice de Calidad Ponderado- nos permite efectuar las siguientes observaciones: a. No hay relación entre los índices de calidad de las diferentes características (tenacidad, elongación, denier, fileta y teñido). Es decir, pequeñas fluctuaciones en tenacidad o en denier afectan más al índice hasta aquí utilizado (el no ponderado) que fluctuaciones más importantes en teñido o fileta". Si observamos que cerca del 60% de las quejas recibidas de clientes provienen de problemas de teñido y un 20% adicional de defectos en calidad mecánica o fileta, resulta obviamente insatisfactorio como método de trabajo operar con un índice no ponderado. b. "No se asigna un peso de gravedad a las distintas características de gravedad". Suponiendo que la probabilidad de quejas de clientes está asociada a los índices medios de quejas históricamente registrados -ver párrafo anterior- resulta razonable afirmar que un índice no ponderado de calidad constituye un indicador menos eficiente que el método de cálculo ponderado que se diseña y pone en práctica recién a comienzos de los años 1960. Esta disensión puede verse en: "Índice de Calidad Rayon", Memoria Técnica de Planta Nº 19. Diciembre de 1961.

42/ 'Whither Rayon'. Setiembre 1964, pág. 29.

43/ "Rayon en Cadena" - Memoria Técnica de Planta Nº1, mayo 1969, pág.3.

44/ "Evaluación de viscosa con mayor relación celulosa/alcalinidad" - Memoria Técnica de Planta, Enero de 1969, pág.7.

45/ 'Whither Rayon', Op.Cit, pág.29.

46/ También los precios de Ducilo se mantuvieron sistemáticamente por encima de los precios de la competencia. Debemos hacer notar sin embargo, que merced a su mejor calidad esta empresa colocaba mejor su producto que Reysol o Sniafa.

	Defectos por kilogramo	Teñido (% mayor 6 T)	Indice Ponderado (óptimo teórico = 100)
Ducilo	1.8	7.	88.5
Sniafa	1.5	25.	72.0
Reysol	2.4	12.4	81.0

c. El flujo de esfuerzos tecnológicos llevados a cabo por el departamento de Experimentos Mecánicos y Químicos con el propósito de mejorar los distintos parámetros asociados a la calidad del producto ha sido sumamente significativo a través de los años. Del conjunto de Memorias Técnicas de Planta que hemos tenido ocasión de examinar a lo largo de esta investigación, 42 están directamente asociadas a la variable calidad. Otras afectan a la misma en forma indirecta, es decir aun cuando el objeto o motivación inmediata para la realización de programa de investigación aplicada y desarrollo no fueron las de mejorar la calidad del producto final.

En resumen: a) La calidad del rayon Ducilo mejora sistemáticamente a través del tiempo; b) Ello ocurre con mayor intensidad a partir de los últimos años de la década de los años 1950, momento en el que se registra tanto un incremento de la presión competitiva como una mas adecuada comprensión por parte del elenco técnico de Ducilo de la teoría básica que subyace bajo el tema de la calidad; d) Toda estrategia sobre calidad implica necesariamente una estrategia concomitante de esfuerzos de investigación experimental y desarrollo de nuevos conocimientos tecnológicos; Aun cuando la teoría recibida se dedica primordialmente a examinar la relación costo-precios y la incidencia del cambio tecnológico sobre la misma, vemos aquí que la variable calidad también juega un papel central como determinante de la conducta, y que la empresa sin lugar a dudas posee una estrategia al respecto la que a su vez supone un alto contenido de esfuerzos tecnológicos locales.

Veamos a continuación lo que hace al lanzamiento de nuevos productos.

3. Lanzamiento de nuevos productos

El lanzamiento de nuevos productos -en rigor de verdad nuevas variedades de un producto básicamente semejante ^{47/-} tiene diversos rasgos en comun con el tema de la mejora de calidad. Al igual que aquel, este constituye parte del instrumental con el que la firma construye su estrategia competitiva en un mercado

^{47/} Qué es lo que constituye un 'nuevo' producto es ciertamente una pregunta compleja. Aun cuando pueden ser rayon tanto una tela de tapicería como una para la fabricación de una prenda de ropa interior, el grado de sustituibilidad entre ambas es sumamente bajo. Ello implica que la nomenclatura de 'nuevo', cuando el término está referido a un producto que cubre una necesidad que no se puede satisfacer con items ya disponibles anteriormente, puede ser considerada como válida.

imperfecto en el que varias otras consideraciones, amén del precio, intervienen en la decisión de compra de los consumidores. También en forma semejante a lo que ocurre con los cambios de calidad, el lanzamiento de nuevos productos supone la existencia de un cierto esfuerzo tecnológico de desarrollo de los mismos, así como una estrategia empresarial explícita en este sentido.

Es importante observar que la conducta de Ducilo en materia de lanzamiento de nuevos productos difiere de la de sus competidores más inmediatos. Mientras que estos últimos concentran su actividad en pocos ítems de demanda generalizada -9 variedades en el caso de Sniafa y solo 7 variedades ofrecidas por Reysol ^{48/-} Ducilo lleva al mercado 32 variedades distintas, cubriendo una extensa gama de deniers y presentaciones (brillante, mate, flameado) en los cuales Sniafa y Reysol no intervienen.

Ello tiene al menos tres consecuencias inmediatas. Por un lado, Ducilo se ve afectado por la necesidad de operar con series más cortas, lo que implica mayor número de paradas en las máquinas, mayor costo laboral de 'doffeo', etc. Por otro lado, dicha estrategia también implica que en diversos 'submercados' Ducilo goza de condiciones monopólicas que garantizan su funcionamiento rentable aun admitiendo cierta pérdida de posición en aquellos ítems de demanda más generalizada ^{49/} Por último, la estrategia de Ducilo de diversificar fuertemente el número de variedades ofrecidas constituye una permanente fuente de demanda de esfuerzos tecnológicos de desarrollo y 'puesta a punto' de los conocimientos requeridos para la introducción de cada nueva variedad. El Departamento de Experimentos Mecánicos y Químicos constituyó a través de los años la unidad operativa que tuvo dicha tarea a su cargo. Entre 1959 y 1974 -período para el cual hemos tenido oportunidad de examinar las Memorias Técnicas de Planta elaboradas por dicho departamento- un total de 14 sobre una nómina completa de 117 corresponden a la actividad de desarrollo de nuevos productos.

Como último punto del presente capítulo trataremos a continuación el tema de las externalidades del esfuerzo tecnológico de Ducilo Rayon.

4. Externalidades del conocimiento tecnológico generado por Ducilo

De los varios tipos de externalidad que presumiblemente hubo de generar el flujo de esfuerzos tecnológicos de Ducilo, al menos dos merecen un breve análisis. Ellos son: a. El desarrollo de proveedores, fabricantes de repuestos y equipos, etc. y, b. La asistencia técnica a clientes. En ambas direcciones hemos podido detectar efectos de significación originados en esfuerzos de creación de conocimientos tecnológicos llevados a cabo tanto por el Departamento de Experimentos Mecánicos y Químicos como por el Servicio Técnico de Ventas con apoyo del área experimental.

^{48/} Véase al respecto, Tabla III, 'Rayon deniers offered in the local Market' Whither Rayon, 1964, pág.26.

^{49/} Ello puede parcialmente explicar porqué esta empresa optó de buen grado por la estrategia de 'vivir y dejar vivir' con que enfrentó el ingreso de Reysol y Sniafa al mercado.

a. Desarrollo de proveedores

Toda empresa requiere una cierta estrategia más o menos explícita de mantenimiento de sus equipos de capital. El mantenimiento implica reparar el deterioro que se produce por uso y reponer aquellas piezas que por desgaste natural, o por rotura, deben ser reemplazadas. 50/

Ahora bien, toda rutina de mantenimiento -y especialmente en aquellos casos en que el equipo a ser mantenido fue originariamente importado- plantea un conjunto de interrogantes relacionados con las fuentes de abastecimiento de las partes y piezas necesarias para llevar a cabo dichas tareas. Las partes y piezas pueden también ser importadas o, eventualmente, fabricadas en el mercado local, ¿Qué factores habrán de determinar que se siga preferentemente una u otra opción?

El objetivo último del mantenimiento es el de tratar de maximizar el número de horas en que el equipo como un todo se halla en funcionamiento. Toda parada no planeada (o más extensa que lo previsto) representa desde este punto de vista un costo adicional que se trata de eliminar o minimizar. En función de ello el desabastecimiento de un repuesto constituye un mal mucho mas serio que su costo.

Dicho lo anterior, y teniendo presente la relativa complejidad de los trámites aduaneros de importación -personal de Ducilo estima que el plazo necesario para encargar, obtener y retirar un repuesto de aduana oscilaba en el entorno de los 6 meses- poco puede sorprender el hecho de que la estrategia de mantenimiento de Ducilo haya involucrado una sustitución creciente de partes y repuestos importados por equivalentes (o quasi-equivalentes) nacionales. Habiendo comenzado con un stock completo de partes y repuestos importados durante los años 1940, resulta significativo observar que la totalidad de los mismos eran de fabricación local ya a partir de la segunda mitad de la década de los años 1960.

La fabricación nacional de repuestos y partes puede encararse por medio de un taller propio de la empresa o bien subcontratando con terceros. En términos generales la segunda de las opciones fue la seguida por Ducilo, la que tendió a utilizar su propio taller solo en casos de emergencia, o para producir aquellas piezas o repuestos en los que la demanda era muy esporádica, o no recurrente.

Aun cuando algunos de los proveedores de partes y repuestos eran firmas de gran envergadura como Pirelli, Schkolnik, Rigolleau, etc. también es dable hallar como abastecedores de Ducilo a empresas de muy pequeña dimensión, en muchos casos formadas por ex-operarios de la planta de Ducilo, o por inspectores de compras, que instalaron talleres de reducido tamaño teniendo a Ducilo como único (o principal) cliente. Dudulec, Moronese, Newbound y otros pertenecen a esta categoría.

La decisión de compra local y la elección del proveedor reclamaba, por lo

50/ Podríamos en este punto efectuar una distinción entre mantenimiento de reparación, o ex post, y mantenimiento preventivo o ex ante. Este último supone la existencia de un elenco de ingeniería relativamente más sofisticado que el primero, en tanto y en cuanto implica una detallada programación. La planta aquí estudiada contó desde temprano con un eficiente programa de mantenimiento preventivo.

general, una estrecha colaboración entre el Departamento de Compras y el de Mecánica Experimental, el que era encargado de proveer los planos originales de Du Pont a los fabricantes locales y de supervisar estrechamente la labor técnica de aquellos siempre que se tratara de modificar dichos planos originales, hecho que ocurría con relativa frecuencia. Esto último debido a la necesidad de sustituir materias primas para abaratar o perfeccionar el repuesto, a la conveniencia de cambiar el diseño del mismo, etc. A título de ejemplo en este sentido, podemos mencionar los estabilizadores de las máquinas de hilar, los que originalmente eran de acero inoxidable y fueron localmente fabricados en hierro bañado en resina epoxi, de los adaptadores y portahileras que pasaron a ser de plástico, siendo originalmente de plomo, las guías de baño rotativas que pasaron de ser de vidrio a estar elaboradas con alcímac, etc.

Al margen de la sustitución de materias primas en la fabricación de partes y repuestos también es importante mencionar el no infrecuente rediseño de los mismos con el objeto de aumentar su resistencia (lapso de vida útil), o de mejorar su rendimiento. Los filtros prensa, los engranajes de 'doffeo', los motores EB 10, etc. constituyen casos de este tipo.

Además de las externalidades involucradas en la transferencia de conocimientos tecnológicos desde el elenco técnico de Ducilo hacia dichas empresas específicamente constituidas a efectos de proveer de partes y repuestos a aquella, también hemos podido detectar algunas situaciones particulares en las que Ducilo hubo de proveer financiamiento para la compra de equipos, tomando un seguro de caución o algún otro tipo de garantía que cubriese el anticipo otorgado.

En resumen: principalmente en el plano tecnológico e ingenieril, pero también marginalmente en materia de financiamiento, la estrategia de mantenimiento llevada a cabo por Ducilo produjo externalidades de importancia a un número no pequeño de talleres industriales que surgieron con el propósito casi exclusivo de abastecer la demanda de aquella por partes y repuestos sustitutivos de quasi-equivalentes importados.

b. Asistencia técnica a Clientes

Hemos detectado al menos dos tipos de externalidades del esfuerzo tecnológico de Ducilo captadas por sus clientes, y un tercer efecto asociado a la difusión de información realizada por dicha empresa, el que aunque no necesariamente pertenece a la categoría de externalidad merece ser explícitamente mencionado.

El primer efecto de importancia hace a aquellos incrementos de productividad logrados por los clientes de Ducilo a consecuencia de esfuerzos tecnológicos y subsecuentes modificaciones de la rutina técnica de funcionamiento de aquella. Leemos en una de las Memorias Técnicas de 1961 en la que se evalúa la incidencia de la sustitución de conos de 1.5 y 1.65 kilogramos por conos de 2.5 kilos: "El aumento de peso en los conos trae aparejadas ventajas internas en nuestra fábrica y en las de los clientes. En fábrica se eleva el rendimiento de máquinas, se obtiene mayor peso de hilado por unidad con el consiguiente menor manipuleo. Al cliente se le aumenta en general el rendimiento de las máquinas de preparación previa al telar, como ser un aumento de un 40% en el urdido". 51/

51/ Memoria Técnica de Planta N°14, Agosto 1961. "Conos de Mayor Tamaño en Conadoras Lessona N°50". Pág.2.

Cabe consignar que el incremento de precios introducido por Ducilo al pasar de conos de 1.5 y 1.65 kilogramos a otros mayores de 2.5 kilos no alcanzó a absorber la mejora de productividad obtenida por los clientes de dicha firma, dando lugar así a una externalidad de importancia captada por estos últimos.

Un segundo efecto, que llamaremos indirecto merced al hecho de que el mismo no está asociado a cambios tecnológicos introducidos por Ducilo, tiene que ver con aquellas situaciones en las que el Servicio Técnico de Ventas apoyado por personal técnico del departamento de Experimentos Mecánicos y Químicos tuvo oportunidad de brindar ayuda técnica a clientes con el fin de que estos mejoraran su propia rutina de funcionamiento.

Una forma frecuente de situaciones de este tipo fue detectada durante nuestro examen de las tareas desarrolladas por el Servicio Técnico de Ventas. En el proceso de visitar las plantas industriales de sus clientes el personal de ventas de Ducilo podía llegar a identificar operaciones en las que los equipos de la firma visitada no estaban siendo utilizados de la forma más eficiente posible.

En distintos casos, y contando con el apoyo del elenco de ingeniería de Ducilo Rayon, fue factible proponer ajustes y modificaciones en la tecnología de la empresa cliente que dieron por resultado la captación de externalidades por parte de la misma.

Finalmente, un último efecto, que no necesariamente corresponde a la categoría de una externalidad ya que bien puede pensarse que el diferencial de precios existente entre Ducilo y su competencia se debe, en parte, al hecho de que aquella recuperaba por esta vía los gastos en que incurría en materia de difusión de información, radica en el permanente flujo de información técnica que dicha empresa preveía a sus clientes por intermedio del Servicio Técnico de Ventas. Esta distribuía en forma gratuita un boletín mensual de antecedentes técnicos para cada uno de los productos comercializados, boletín que normalmente contenía sugerencias técnicas acerca de como tratar dicho producto en la planta textil. 52/

Es decir que, al igual que en el caso anterior estamos aquí en presencia de un efecto indirecto del accionar del elenco técnico de Ducilo Rayon. Se trata de ciertas formas menores de asistencia técnica a clientes las que no necesariamente involucran una contraprestación pecuniaria por parte de aquellos.

Cerramos aquí el presente capítulo dedicado a examinar, aunque sólo sea brevemente, tres temas que con frecuencia se dejan de lado en los estudios sobre cambio tecnológico. El material presentado revela que, más allá de la relación costo-precios que es la normalmente explorada, el cambio tecnológico está fuertemente asociado a los cambios de calidad y a los lanzamientos de nuevos productos que una empresa realiza a lo largo del tiempo. Asimismo, el cambio tecnológico de una determinada firma produce externalidades "hacia adelante" en las firmas clientes y "hacia atrás" en sus proveedores de equipos y repuestos.

52/ Por ejemplo, el Boletín R-5 de Información Técnica de setiembre de 1966 trata acerca del "Hilado de rayon 125-5 filamento chato", y tras proporcionar los datos básicos del producto contiene una sección denominada "Condiciones para procesarlo" en la que se explica como es conveniente tratar dicho producto para alcanzar el mayor rendimiento posible en la etapa textil.

El capítulo siguiente -sexto de este estudio- presenta un modelo sencillo de comportamiento empresarial destinado a explorar los rasgos centrales del caso aquí estudiado.

VI. UN MODELO SIMPLE DE COMPORTAMIENTO

El análisis y material estadístico presentado en capítulos previos habrá de ser empleado en las páginas que siguen, a efectos de construir un modelo sencillo de comportamiento empresarial que arroje cierta luz sobre la inter-relación entre lo micro y lo macroeconómico, así como entre los aspectos económicos y tecnológicos de la historia evolutiva de la empresa aquí estudiada.

El objetivo del presente ejercicio es el de examinar el sendero de crecimiento de Ducilo Rayon a través del tiempo a fin de comprender algunas de sus decisiones más relevantes en lo que hace a modernización, productividad, permanencia y salida del mercado, etc.

Resumamos primeramente los factores condicionantes mas significativos en el presente caso, identificando para ello tres niveles de análisis: a) la empresa, el producto y la relación con la casa matriz; b) el mercado; c) los condicionantes macroeconómicos.

A. La empresa, el producto y la relación con la casa matriz

En toda situación existe un conjunto de hechos estrictamente microeconómicos que condicionan y determinan los objetivos y restricciones con que opera una determinada empresa. Varios hechos inherentes a la historia particular de Ducilo, del rayon como fibra textil y de la relación de aquélla con su casa matriz, deben ser tomados en cuenta para comprender lo ocurrido. Entre ellos, mencionaremos los siguientes:

A.1 El producto

1. Desde el punto de vista de la demanda el rayon atraviesa dos situaciones claramente distintas a lo largo de la vida de Ducilo. Mientras que la década de los años 1940 y la inmediata post-guerra muestran una fuerte demandas excedente por rayon, resulta claro que a partir de los años 1950 estamos en presencia de un producto en decadencia y desaparición. En sus usos principales éste está siendo sustituido por nylon y otras fibras sintéticas, particularmente en los últimos años en que éstas han logrado incorporar ciertas propiedades físicas (respiración de la fibra, suavidad al tacto, etc.) que constituyan las principales ventajas relativas del rayon como fibra textil.

2. Desde el punto de vista de la producción textil y, dada la evolución histórica de la tecnología de los productos sustitutivos y de los precios relativos de capital, trabajo y las materias primas centrales (celulosa), el rayon constituye un producto crecientemente 'ineficiente' al menos por dos motivos: a) debido a que sólo rinde 1.5 a 1.7 grs./denier frente a 4.5 grs./denier para el nylon, lo que implica un mucho menor rendimiento de los telares en la etapa subsiguiente a la elaboración del hilado; b) se trata de un producto relativamente utilizador de mano de obra y materias primas escasas, elementos ambos que se han encarecido significativamente a través de los años, haciendo del rayon un producto crecientemente no competitivo frente a las fibras sintéticas (nylon o poliester, por ejemplo).

Ambas situaciones adquieren mayor dignificación a partir de los años 1950. Al presente el rayon ha quedado relegado a mercados menores (forrería, por

ejemplo) y constituye un material de alto precio relativo.

A.2 La casa matriz

1. Du Pont cerró su última planta productora de rayon hacia el final de los años 1960. Con anterioridad a dicha fecha -1957 aproximadamente- dicha firma toma la decisión equivocada de modernizar significativamente el equipo de Old Hickory, para encontrar, sólo un par de años más tarde, que le conviene cerrar dicha planta y trasladar su personal obrero y técnico a una línea elaboradora de poliéster, fibra con la que logra entrar al mercado algunos años antes de lo originalmente previsto.

Este conjunto de circunstancias llevó a que hacia 1960 Ducilo se encontrara frente a una oferta de maquinaria de segunda mano a valor de descarte, aun cuando se trataba de maquinaria prácticamente nueva desde el punto de vista técnico-mecánico.

2. El plantel técnico profesional con el que originalmente se puso en marcha la producción local de rayon era personal de segunda línea en USA, lo que redundó en un escaso interés por el desarrollo de la capacidad de ingeniería doméstica. Sólo varios años más tarde, en los años 1950 y conjuntamente con una profunda reorganización que involucró tanto a la gerencia general como a diversos departamentos técnico-administrativos de las distintas plantas, se produce un cambio de importancia en la jerarquización de las funciones técnicas y de ingeniería. El nuevo administrador general enviado por Du Pont para asumir la gerencia general local sale de una posición de primera línea dentro del esquema organizacional de la casa matriz y replantea en toda su profundidad el tema de los esfuerzos tecnológicos domésticos.

3. Desde el fin de los años 1950, y coincidiendo con el cierre de Old Hickory, Du Pont plantea a la subsidiaria local la conveniencia de cerrar la planta de rayon en Argentina. Excepción hecha de Canadá, ésta es la única subsidiaria del grupo que produce rayon y es con suma renuencia que la casa matriz acepta extender el período de vida útil de la planta local.

A.3 La firma local

1. Ducilo Rayon fue la primera de las plantas abiertas por Du Pont en Argentina y como tal gozó de ciertas ventajas en términos de constituir un excelente campo de capacitación, pero tuvo que aceptar el costo de una creciente 'descapitalización' en términos de profesionales y técnicos. Ya a partir de los años 1950 la planta de nylon constituyó la principal fuente de atractivo para el personal profesional, el que por lo general realizaba sus primeras armas en rayon para ser luego transferido a otras áreas técnicas de la empresa.

2. Desde mediados de los años 1950 el elenco técnico -especialmente el perteneciente a nylon y sólo en menor medida en la planta de rayon- incorpora un nutrido grupo de profesionales locales provenientes de la Facultad de Ingeniería Química de la Pcia. de Santa Fe, casa de estudios que por muchos años gozó de prestigio nacional como centro de formación química.

3. El cierre de Old Hickory en 1960 creó una definida conciencia y responsabilidad técnica en el elenco local de ingeniería, el que ganó en identidad

al comprender que debía alcanzar soluciones tecnológicas propias a los sucesivos problemas planteados por la necesidad de cambiar materias primas, rediseñar y mejorar el proceso de producción, modernizar equipos viejos, etc. en la línea de producción de rayon.

En resumen: cuando examinamos la esfera de hechos que genéricamente hemos englobado bajo el rótulo de 'La firma, el producto y la relación con la casa matriz' encontramos: a) Un producto que va perdiendo mercado y rentabilidad a través del tiempo; b) Una casa matriz que al cerrar una línea de producción recientemente modernizada en USA está en condiciones de proveer a la subsidiaria local equipo prácticamente nuevo a valor de chatarra; c) Simultáneamente con lo anterior; encontramos una casa matriz que originalmente designa un elenco gerencial de segunda línea para administrar la subsidiaria argentina y que sólo en los años 1950 -y cuando ya es muy clara la decisión de cerrar rayon a mediano plazo- envía a Buenos Aires una nueva gerencia técnica de gran fuerza y prestigio dentro del grupo Du Pont en su conjunto; finalmente, d) nos hallamos frente a una firma que manifiesta creciente interés por dar cabida a nivel decisonal a una nueva camada de profesionales jóvenes de buena formación académica y sumamente proclive a la realización de esfuerzos tecnológicos domésticos.

Las anteriores constituyen algunas de las circunstancias de carácter estrictamente microeconómico que subyacen bajo el caso aquí estudiado. Veamos a continuación lo que hace a las condiciones de contorno prevalentes a nivel de la industria del rayon en su conjunto.

B. El mercado del rayon

1. Al promediar la década de los años 1950 el del rayon pasa de ser un 'mercado de compradores' a ser un típico 'mercado de vendedores'. Ello obviamente está asociado a un cambio en el 'clima competitivo' imperante en el mismo.

2. Los primeros 10-15 años de funcionamiento de Ducilo Rayon transcurren en el marco de una situación de monopolio. En el curso de los años 1950, y tras la incorporación de varias otras firmas (Sniafa, Reysol, Rodhia), la situación de mercado cambia, evolucionando hacia un caso que podríamos calificar como de liderazgo oligopólico con diversas ofertas competitivas.

3. Salvo situaciones excepcionales no estamos frente a un mercado en el que fuera frecuente la competencia de precios. La misma existió en materia de calidad, variedad de títulos ofrecidos, etc. Prácticamente en todas las dimensiones relevantes Ducilo funcionaba como líder y patrón de comparación.

4. Mientras que Ducilo ofrece al mercado una extensa gama de deniers y de variedades (brillante, mate, flameado, etc.), Sniafa y Reysol sólo trabajan en un número muy reducido de rubros (denier 100, 120, 150 y 200) en los que se concentra el grueso de la demanda del mercado.

C. Los condicionantes macroeconómicos

Cabe finalmente hacer referencia a algunos hechos de naturaleza macroeconómica que han incidido significativamente sobre la conducta de los agentes económicos que actúan en el mercado del rayon. En esta categoría consignamos lo siguiente:

1. El rápido encarecimiento tanto del costo laboral como de la materia prima principal (celulosa), rubros que experimentan un drámático incremento de precios relativos a partir del período de post-guerra.

2. El acelerado ritmo de cambio tecnológico en otras fibras textiles, sustitutivas del rayon. El nylon primero, y con posterioridad el poliéster y otros sintéticos, mejoraron muy sustantivamente en materia de propiedades físicas, químicas y mecánicas (respiración de la fibra, capacidad tintórea, etc.) tornándose factible su uso en campos que tradicionalmente habían estado reservados para el rayon. Paralelamente a lo anterior su precio relativo cayó en forma muy acentuada.

3. La legislación de 1947 sobre insalubridad en la Sección de Hilandería afectó en forma considerable el costo laboral, tanto de Ducilo como de Rey-sol (empresa que se incorpora al mercado en dicho año), al obligarlas a formar un turno adicional completo, trabajando en 4 turnos de 6 horas (pero pagando 8 horas, esto es, jornada completa), más 1 turno suplementario de personal suplente.

4. La atmósfera post-1957, propicia tanto a la modernización fabril como a la incorporación de equipos de capital del exterior.

Todos y cada uno de los hechos brevemente mencionados en los párrafos anteriores -tanto aquellos de naturaleza estrictamente microeconómica como los referidos al conjunto de la industria del rayon o a la macroeconomía nacional- cumplieron un papel específico en la historia evolutiva de Ducilo. Conjuntamente con otras circunstancias cotidianas los mismos fueron dando forma a la secuencia de decisiones empresarias que aquí nos interesa iluminar. Trataremos a lo largo de la próxima sección de examinar lo ocurrido a través del instrumental que nos brinda la teoría económica del oligopolio.

La Historia de Ducilo Rayon y la Teoría Económica

Los primeros 12 años de vida productiva de Ducilo Rayon no ofrecen grandes complejidades analíticas. Ducilo posee durante esos años completo monopolio del mercado doméstico de este producto. Concomitantemente prevalece una fuerte demanda excedente por el mismo, dadas las condiciones de desabastecimiento propias del período bélico y sus secuelas posteriores.

La elevada tarifa de protección externa -superior al 200%- permite a la firma fijar precios muy por encima de los internacionales, lo que le asegura una elevada rentabilidad absoluta (y también relativa respecto a lo que una planta semejante hubiera obtenido en Europa o USA). 53/

Los costos unitarios de producción caen rápidamente tras la 'puesta en marcha' de las 52 máquinas de hilar originalmente traídas del exterior. (Véase Gráfico 6, el tramo hasta 1939). El objetivo básico de esos años es simple: se

53/ En rigor de verdad, y aún haciendo completo uso de la tarifa - es decir cargando costo medio de producción más el 'full-tariff' Ducilo no llegaba a fijar un precio que fuera el máximo que el mercado estaba dispuesto a absorber. Ello se deduce del hecho de que coexistieran una fuerte demanda excedente y falta de importaciones, las que solamente pueden explicarse a raíz de las condiciones anormales de abastecimiento del período bélico.

trata de producir más rayon. Precio y calidad son dos consideraciones que si bien se toman en cuenta no constituyen un motivo central de preocupación. Acercarse a los 'standards' Du Pont garantiza lo segundo, mientras que la condición de monopolio, la alta tarifa de protección externa y la existencia de demanda excedente resta importancia a lo primero.

El aumento de la capacidad instalada, y el incremento de la velocidad de funcionamiento de los equipos disponibles -hechos que se concretan respectivamente en 1941 y 1947 a través de la incorporación de 12 máquinas de hilar adicionales, y del pasaje de 200 a 300 revoluciones de godet por minuto (96.5 a 145 metros de rayon por minuto) por vía de la introducción de hilatura de tubos- constituyen la respuesta lógica a las condiciones de funcionamiento fijadas por el mercado. Como puede verse el cambio tecnológico involucrado en la hilatura de tubos fue inducido por la necesidad de expandir la capacidad instalada. Dicho programa representa el principal esfuerzo de ingeniería de dicho período.

Los dos primeros sobresaltos de importancia en la historia de Ducilo Rayon ocurren ya avanzada la década de los años 1940. El primero de ellos es la aparición de Reysol como oferente de rayon, hecho que ocurre en 1947 pero que sólo comienza a manifestarse como dato de mercado hacia 1950 momento en que dicha empresa concluye la 'puesta en marcha' de su planta fabril. La segunda circunstancia que altera el equilibrio de funcionamiento de los primeros 10 años de vida de Ducilo es la legislación de insalubridad, también de 1947.

Mientras que esta última circunstancia afecta también a Reysol, y por lo tanto no altera la posición relativa de ambas empresas en lo que a costos y productividad se refiere, el ingreso de Reysol al mercado constituye un cambio de importancia que merece ser examinado más detenidamente.

Se trata también ésta de una subsidiaria de capital extranjero -Matarazzo, Brasil- la que opera con tecnología europea, básicamente originaria de Snia Visosa, Italia. La planta cuenta con 24 máquinas de hilar, esto es, tiene un tamaño algo menor a la mitad de la escala original de Ducilo de 1937, y apenas superior a 1/3 del tamaño de Ducilo tras la ampliación de capacidad de 1941. Durante los primeros años de funcionamiento Reysol opera a velocidades cercanas a los 90 metros de rayon por minuto (nunca empleó hilatura de tubo en su planta de rayon textil aunque sí lo hizo en rayon industrial para neumáticos), lo cual sugiere que la brecha de productividad entre ésta y Ducilo -que para ese entonces ya ha hecho la transformación a hilatura de tubos y produce en el entorno de los 145 metros/minuto- debe haber sido significativa. Si bien es cierto que ello parcialmente se compensa a raíz de que Reysol producía un denier promedio más alto que Ducilo, aun resulta razonable suponer que existían diferencias de importancia en la performance técnico-económica de ambas plantas en aquel entonces.

La legislación de insalubridad de 1947 afectó a ambas empresas fuertemente al obligarlas a crear un turno laboral adicional en la Sección de Hilandería (véase en el Gráfico 6, Apéndice I del presente capítulo, el tramo comprendido entre 1945 y 1949). El costo unitario de mano de obra directa de Ducilo experimenta en ese momento un aumento que oscila entre 30-40% del valor registrado en 1945, circunstancia que se refleja tanto en el Gráfico 6 (Apéndice I de este capítulo) como en el Cuadro 1, Gráfico I (Capítulo III, pág.11), en los que el fenómeno se observa en términos de productividad laboral por hora traba-

jada por obrero. 54/

El comienzo de la década de los años 1950 y la incorporación de Reysol -empresa que cubre entre 20-30% de la demanda interna- llevan a Ducilo a diversificar los títulos ofrecidos en el mercado, a diferencia de aquélla que concentra su actividad en tres o cuatro títulos de demanda generalizada. Ello muestra como el cambio tecnológico (asociado al lanzamiento de nuevas variedades y títulos) está directamente asociado a la competencia de mercado. En el transcurso de los años 1950, sin embargo, un nuevo conjunto de circunstancias, exógenas a la firma, inducen a Ducilo a modificar varios aspectos de su conducta técnico-económica. Algunos de esos hechos de naturaleza exógena son los siguientes: 1) La entrada del nylon y su rápida expansión como sustituto del rayon originan una marcada contracción en la demanda de este último. 2) Dificultades en el abastecimiento energético llevan, en 1951/52, a la necesidad de reformar equipos (quemadores, calderas) a fin de poder emplear subproductos de materias primas agropecuarias como fuentes de energía. 3) La necesidad de utilizar linterns de algodón como materia prima básica a ser mezclada con celulosa importada, obliga a la realización de un significativo esfuerzo de adaptación y optimización de proceso. 4) La entrada de Sniafa al mercado, como un nuevo oferente de rayon vuelve a alterar el equilibrio alcanzado tras la incorporación de Reysol, reduciendo nuevamente la participación relativa de Ducilo, en el conjunto. 5) Ya sobre la segunda mitad de la década, el rápido encarecimiento de la soda cáustica (y su escasez física) llevan nuevamente a la necesidad de modificar el proceso productivo y mejorar la tecnología de recuperación de dicha materia prima. 6) Las crecientes dificultades en el plano laboral a escala nacional desembocan en el paro de 1959 que mantuvo la planta inactiva durante varios meses. En el momento de reapertura de la misma se hizo necesario encarar una profunda reorganización del conjunto de la operación local.

Veamos algunos de estos temas con mayor detalle.

Sniafa entra al mercado en 1950, poniendo en funcionamiento una planta de 26 máquinas de hilar cuya capacidad oscila entre las 2.000-2.200 Tn. anuales. En otros términos, esta firma pone en marcha un equipo que es marginalmente mayor que el de Reysol que para ese entonces ya está operando a plena capacidad.

Sniafa también decide especializar su acción en unos pocos deniers de demanda generalizada -en particular 125,150 y 200, brillante y mate- y, dado que su velocidad de funcionamiento alcanza aproximadamente los 85-90 ms. de rayon por minuto, también debe ser visualizada como operando con una productividad por hora hombre inferior a la de Ducilo.

Esta última afirmación reclama, sin embargo, una calificación importante relacionada con la legislación de insalubridad de 1947, la que Sniafa, merced a la mayor modernidad de su equipo, consigue obviar, evitando con ello su impacto negativo sobre costos laborales y productividad de la mano de obra.

Examinemos brevemente este punto. Ducilo trabaja durante esos años a 145 metros de hilado por minuto (cerca del 50% más que Sniafa o Reysol) pero, si-

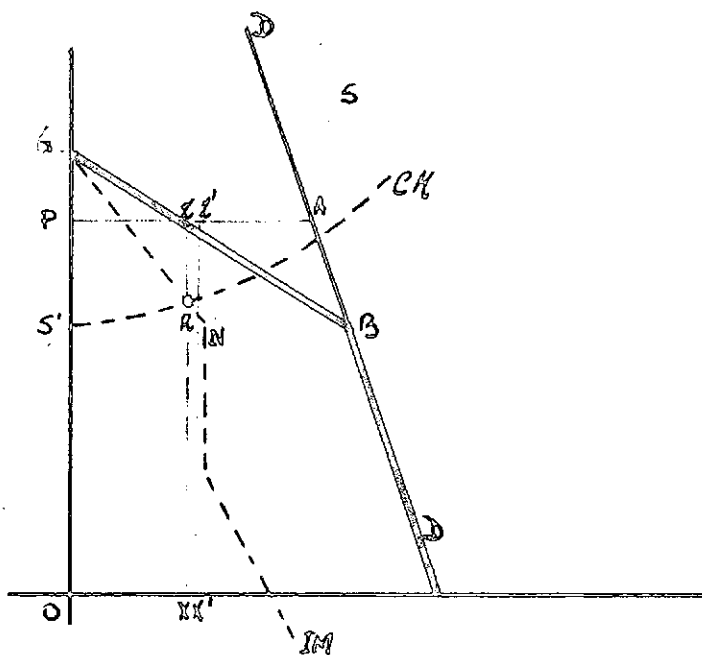
54/ Para el mismo número de horas trabajadas totales se hace necesario contratar más gente en Hilandería y en Sección Textil.

multáneamente, recibe en toda su intensidad el impacto de la legislación de insalubridad de 1947 que la fuerza a emplear aproximadamente 30% mas de mano de obra por unidad de rayon que la que se requiere en la tecnología empleada por Sniafa. En función de lo anterior resulta razonable suponer que cierto diferencial de productividad se mantenía entre ambas plantas (Ducilo y Sniafa), aún cuando no de la magnitud sugerida por las diferencias en velocidad de hilatura. La misma lógica nos permite pensar que Reysol, que hilaba aproximadamente a la misma velocidad que Sniafa pero que, como Ducilo, había sido afectada por la legislación de insalubridad, era de las tres firmas la que menor productividad por hora hombre alcanzaba.

A raíz de dichas diferencias en materia de productividad, y del hecho histórico de su temprana radicación, poco puede sorprender que Ducilo actuara como líder en el mercado doméstico del rayon. Dicho liderazgo se observó tanto en calidad como en precios. 55/ Un ejercicio geométrico simple nos puede ayudar a comprender la formación de precios, la distribución de mercado entre la empresa líder y los restantes competidores, y otros rasgos de interés analítico de una situación ideal del tipo de la aquí descripta. El Gráfico 7 presenta los elementos estilizados del caso.

Gráfico 7

Precios y distribución de mercados en un modelo de liderazgo oligopólico



55/ Un informe de algunos años más tarde nos revela que mientras Ducilo alcanza un índice ponderado de calidad (obtenido como el promedio ponderado de características mecánicas, físicas y de teñido) de 88.5, Sniafa sólo logra 72 y Reysol 81. (Mientras que en defectos por kilogramo Sniafa y Reysol funcionan prácticamente a igual nivel que Ducilo, en propiedades tintóreas ambas empresas están muy por debajo, siendo ello la explicación de porqué el índice ponderado muestra a Ducilo en posición significativamente mejor que a sus competidores).

Supongamos que la industria se compone de una firma dominante -Ducilo- y de varias otras firmas menores, cuya conducta individual se asemeja a la de un competidor indiferenciado en la medida en que sus decisiones de producción no tienen influencia perceptible sobre el precio.

Supongamos, asimismo, que el producto es relativamente homogéneo y que las firmas menores aceptan el precio fijado por la firma dominante y tratan de maximizar ganancias produciendo en el punto en que sus respectivos costos marginales igualan a dicho precio.

Postularemos que el objetivo central de la firma dominante es el de elegir aquel precio para el cual maximiza sus propios beneficios, aceptando como un dato del problema la existencia de una curva de oferta del sector de firmas menores, la que indica la cantidad que aquéllas habrán de ofrecer al precio que el líder fije.

En el gráfico 7 la curva DD se refiere a la demanda global de rayon. La curva SS representa la oferta agregada de las firmas menores que la firma dominante conoce y acepta como dato; al precio OS' -que en este caso hubiera sido un precio por debajo del costo medio de Sniafa, (que Ducilo probablemente podría haber fijado merced a su más alta productividad)- las firmas menores habrían quedado fuera del mercado. 56/ Para precios mayores que OS' las firmas menores pueden entrar al mercado igualando el precio con sus respectivos costos marginales. Cuando el precio llega a OG las firmas menores cubren la totalidad del mercado. De esta manera la curva de demanda de la empresa dominante queda definida por GBD, que se obtiene restando para cada precio de la cantidad total demandada aquella parte abastecida por las firmas menores.

Dada entonces la curva de demanda GBD la firma dominante deriva su curva de ingresos marginales, GNIM. Maximiza beneficios produciendo aquella cantidad para la que su costo marginal iguala al ingreso marginal, cosa que en este caso ocurre en el punto R. determinando ello la cantidad OX a ser vendida por la firma dominante al precio OP. A ese precio dicha firma producirá $PZ=OX$ mientras que las firmas menores producirán $PZ'=OX'$, lo que hace que en conjunto satisfagan la demanda total, esto es, $PA = OX + OX'$.

Volvamos ahora a Ducilo y al mercado de rayon de los años 1950. El análisis de estática comparativa nos permitirá examinar varias de las situaciones de interés ocurridas a lo largo de dicha década. Es obvio que la situación de monopolio de la primera década de funcionamiento para ese entonces ya ha quedado atrás. La tarifa de protección externa y la presencia de demanda excedente han inducido a otras firmas a invertir en nuevas plantas productoras de rayon. 57/ Simultánea-

56/ OS' constituye de esta forma un 'entry-preventing price' que tiene la peculiaridad de dejar fuera del mercado a las firmas menores ya que éstas no alcanzan a cubrir el mínimo costo medio variable de sus respectivas producciones. Las condiciones en que la empresa líder podría encontrar conveniente fijar un precio por debajo de OB', y eliminar del mercado a los productores menores han sido discutidas por P. Sylos Labini en Oligopoly and Technical Progress, Harvard University Press, 1961.

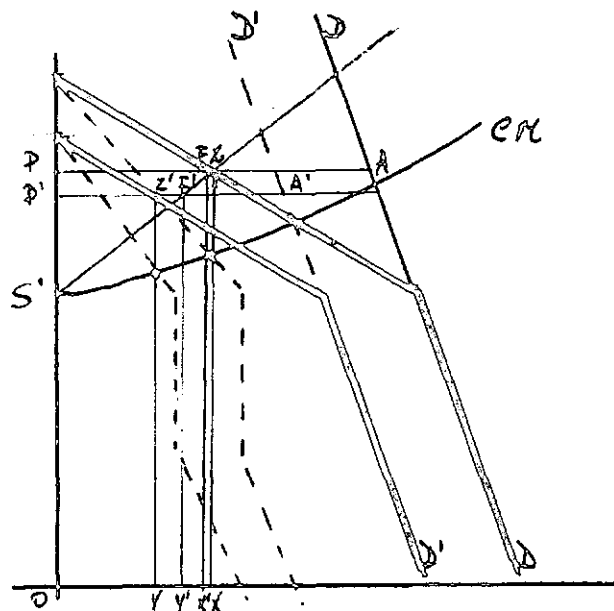
57/ Reysol se radica en 1947 y comienza a producir rayon en 1949, mientras que Sniafa entra al mercado en 1950.

mente, la aparición del nylon como sustituto directo en diversos usos origina una contracción de la demanda global por rayon.

Veamos ambas situaciones, comenzando por la contracción de demanda originada en la aparición del nylon. En términos del Gráfico anterior el lanzamiento de un producto sustitutivo debe interpretarse como un desplazamiento de la curva de demanda, la que se movería de DD a $D'D'$ como se indica a continuación en el Gráfico 8: El mercado global pasa de PA a $P'A'$.

Gráfico 8

Contracción de la demanda de rayon al aparecer el nylon



Mientras que en la situación inicial la firma dominante produce $OX = PZ$ y las firmas menores $OX' = PF = ZA$, tras la caída de la demanda aquella produce $OY = P'Z'$ y las firmas menores $OY' = P'F' = F'A'$.

Si bien la participación relativa de ambos tipos de firmas no necesariamente debe alterarse, resulta claro que en tales circunstancias unas y otras tendrán que operar con capacidad subutilizada.

De hecho ello es lo que ocurrió, sólo que la contracción de demanda fue asimilada de distinta forma en los dos segmentos que conforman este mercado. Mientras que Ducilo redujo sensiblemente la velocidad de hilatura, pero mantuvo el grueso de sus máquinas en funcionamiento, tanto Reysol como Sniafa pararon un número significativo de equipos de hilar (el 50%, aproximadamente, en el caso de Sniafa), pero continuaron hilando a una velocidad más o menos semejante a la de períodos anteriores.

La reducción por parte de Ducilo de la velocidad de hilatura y el retorno al hilado de batea abierta permite a dicha firma mejorar significativamente la calidad de su producción. Obviamente ello tuvo consecuencias en el mercado, ya que comienza a advertirse que, aun a precios marginalmente superiores, Ducilo

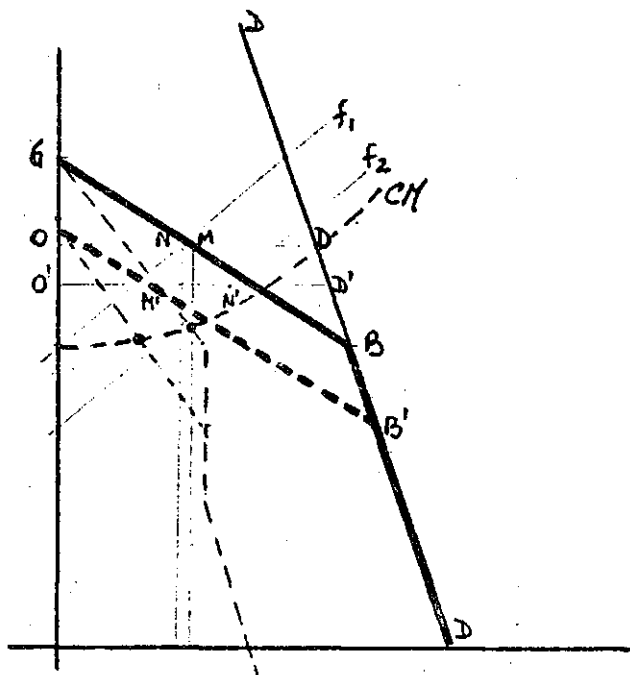
desplaza a la competencia en distintos usos finales, ello en función de su calidad, marcadamente mas alta que la competencia. El producto de Reysol tiene durante esos años fuertes dificultades en materia de teñido, razón por la que el incremento de calidad de Ducilo empeora la posición relativa de dicha firma en el mercado, haciendo impostergable su modernización tecnológica, la que ocurre hacia 1959, por vía de la reposición de toda la zona del lavadero, área del proceso en la que se originaban las principales deficiencias de calidad de dicha empresa.

La modernización tecnológica de Reysol, que implica una inversión cercana al medio millón de dólares, puede visualizarse en el marco del modelo geométrico del Gráfico 7 como un desplazamiento de la curva de oferta del sector de empresas menores. 58/

Dado el resto de los elementos componentes del modelo, el Gráfico 9 nos muestra que ambas situaciones -la entrada de nuevas firmas competidoras menores, o la introducción de cambios tecnológicos en las firmas menores existentes- se traducen en una caída de la participación relativa de la firma dominante así como también en una reducción del precio del mercado afrontado por los consumidores, (o de una caída en el precio relativo, en el marco de una situación en la que el nivel general de precios está subiendo).

Gráfico 9

Entrada de nuevas firmas competidoras y cambios tecnológicos en las empresas menores



58/ También la entrada de Sniafa al mercado puede examinarse en términos geométricos como un desplazamiento de f_1 a f_2 .

Observamos que la situación original - aquélla correspondiente a la función de oferta f_1 de las firmas menores y a la demanda GBD como la 'demanda quebrada' vista por ¹ Ducilo - está caracterizada por una producción global $OD = OM$, (producida por la empresa dominante) + ON (producida por el conjunto de empresas menores).

La entrada de nuevas firmas menores (Sniafa) y el cambio tecnológico de algunas de las existentes (programa de modernización del área de Lavadero por parte de Reysol) desplaza la oferta a f_2 y la nueva función de demanda tal como la percibe la firma dominante es $O B'D$.² Dadas las restantes condiciones del caso, en esta nueva situación el conjunto de firmas menores produce y vende $O'N'$ mientras que la empresa dominante ve reducida su participación a $O'M'$, siempre recordando el supuesto original del modelo que es el de que la firma dominante toma como un dato del problema la oferta de las firmas menores y, una vez hecho ello, elige un precio que le lleva a maximizar utilidades abasteciendo al resto de la demanda.

Esta decisión podría parecer extraña, ya que seguramente la firma dominante tiene la posibilidad de obtener beneficios mayores (en valor absoluto) que aquellos que se derivan de maximizar beneficios sólo sobre la fracción de mercado que le queda disponible una vez que toma como dato la oferta del sector competitivo. Podría no hacerlo e intentar tomar para sí una mayor fracción del mercado, pero para poder hacerlo la empresa dominante debería bajar el precio por debajo del costo variable de las firmas menores a fin de forzarlas a dejar el mercado. Ello podría dar lugar a una 'guerra de precios', la que habría de ser más o menos dura (sobre todo si se trata de enfrentar a una subsidiaria de un grupo multinacional, como es el caso de Reysol o Sniafa) y, dada la naturaleza poco atractiva del mercado de rayon, resulta comprensible el desinterés de Ducilo por llevar adelante una política de enfrentamiento y su decisión alternativa de 'vivir y dejar vivir'. De allí la utilidad de un modelo como el presente que supone que la firma dominante toma la oferta del grupo de empresas menores como un dato y, a partir de ello, se pregunta qué precio debe fijar para maximizar sus ganancias sobre la porción de mercado que, a ese precio, no resulta cubierta por las firmas menores.

Ya desde la mitad de los años 1950 comienza a manifestarse la creciente dificultad del rayon para enfrentar otras fibras textiles (nylon) que alcanzan ritmos espectaculares de expansión en pocos años. La planta productora de nylon de Ducilo cobra fuerza en la mitad de los años 1950 y dentro de la compañía cunde la sensación de que la línea de rayon deberá ser cerrada a mediano plazo. 59/

Todo el transcurso de la década de los años 1950 está signado por una marcada tendencia hacia el incremento de eficiencia operativa en el marco de una planta fabril esencialmente dada. La racionalización textil -que liberó algo más de 1/3 del total de horas de operación directa- el mejoramiento de los sistemas de recuperación de materias primas en casa química, la adaptación del proceso al empleo de linterns de algodón y de pulpas de menor tener celulósico, etc. son algunos de

59/ Es importante observar que el cierre de una planta de esta naturaleza es una decisión que lleva dos o tres años implementar, ya que debe ser realizada minimizando los problemas de la clientela, de la transferencia de la mano de obra a otras líneas de producción, etc. Los informes internos de la empresa revelan que al momento del cierre definitivo la operación tomó más de dos años y fue muy cuidadosamente planeada.

los programas tecnológicos encarados durante esos años en los que se busca maximizar los rendimientos de un conjunto fabril más o menos dado.

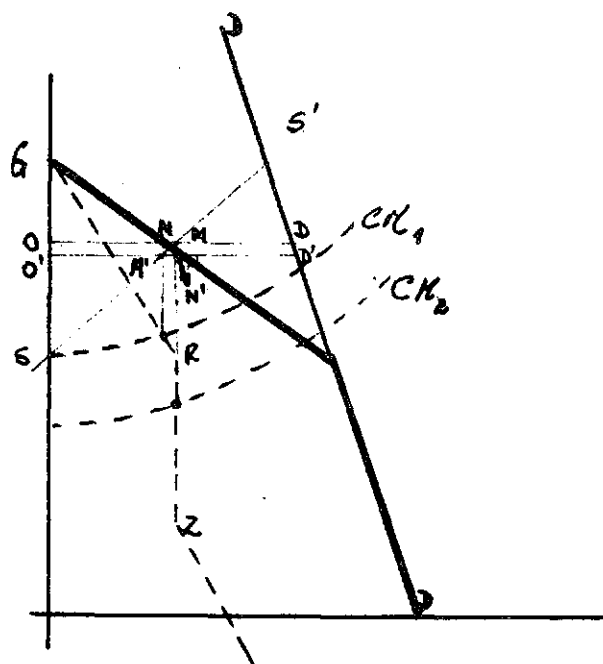
En términos de nuestro modelo geométrico esta situación puede ser vista como un gradual desplazamiento de la curva de costos marginales de la empresa dominante, dadas las restantes condiciones del ejercicio.

Sobre el final de la década, sin embargo, varios hechos independientes se asocian para recrear un ambiente propenso a una modernización fabril de importancia (véase el tramo comprendido entre 1962 y 1967 en la curva de costos medios directos, presentada en el Gráfico 6 del Apéndice I al presente capítulo). Algunos de dichos hechos son: a) el cierre prematuro de Old Hickory que libera equipos semi-nuevos que Ducilo puede adquirir a precio marginalmente superior al valor de chatarra. b) El paro laboral de 1959 impone una profunda reorganización de la empresa, tarea para la que la casa matriz designa un elenco técnico emergente de los primeros niveles de su propia estructura jerárquica. Dicho elenco técnico impone standards de trabajo y rigor analítico e ingenieril hasta allí no utilizados en la firma. c) Ducilo cuenta para ese entonces con una nutrida oferta de técnicos y profesionales jóvenes sumamente dispuestos a encarar la modernización fabril y a replantear los standards de funcionamiento de los varios departamentos de la empresa.

Estos tres hechos confluyen en la decisión de Ducilo de extender por una nueva década la vida útil de la línea productora de rayon. Continúa siendo clara la decisión de la gerencia general de que la planta deberá ser cerrada en un futuro no muy lejano, pero la presencia de un mercado protegido y la obtención de equipos semi-nuevos a valor de chatarra aseguran una alta rentabilidad potencial que no parece conveniente desaprovechar.

Gráfico 10

Cambio tecnológico de la empresa dominante



$\frac{NO}{OD}$ - Participación relativa Ducilo
previa modernización fabril
de 1962-63

$\frac{N'O'}{O'D'}$ - Participación relativa Ducilo
a posteriori de la moderniza-
ción fabril

La curva de costos marginales de la empresa dominante sufre ahora un desplazamiento de significación hacia abajo, circunstancia que reflejamos en el Gráfico 10 a través de la curva CM_2 . El mercado global se amplía marginalmente - aquí la elasticidad-precio de 2 la demanda juega un papel crucial - y se vuelven a modificar las participaciones relativas de la firma dominante y las empresas menores en el mercado global. Mientras que originalmente aquella producía ON y las firmas menores OM, y en conjunto abastecían un mercado equivalente a OD, tras el cambio tecnológico de la empresa dominante el mercado global se expande a O'D', siendo O'N' la oferta de esta última y O'M' la del sector de firmas menores.

Es importante observar que a partir de 1964, y tal como es de esperar a partir del análisis geométrico del Gráfico 10, la participación relativa de Ducilo vuelve a aumentar hasta llegar al 40% del mercado, habiendo sido 36-37% con anterioridad a la modernización fabril de 1962-63.

A lo largo de la última década de vida productiva - 1964/1974 - un nuevo elemento cobra importancia crucial. Nos referimos a las deseconomías de escala - y a sus efectos negativos sobre productividad laboral y costos directos de producción - resultante de la gradual contracción del volumen físico de producción. En el curso de esos años el output físico de la planta cae por debajo de lo que se considera un nivel aceptable de operación, dada la dimensión de planta y la 'función de producción' involucrada en el proceso instalado.

Esta situación lleva al elenco técnico de Ducilo a buscar un nuevo 'paquete' de cambios tecnológicos - una nueva 'función de producción' - capaz de compensar el impacto adverso de la contracción del nivel de producción. 'Hilatura de altos sólidos' constituye la respuesta tecnológica al conjunto de circunstancias descriptas. Obsérvese que el desplazamiento descendente de CM_2 - en el Gráfico 10 - bien puede ocurrir en el tramo RZ de la curva de ingresos 2 marginales, con lo cual el cambio tecnológico no necesariamente debe tener como contrapartida un incremento en la participación relativa de la firma dominante. 'Altos sólidos' constituye de hecho una situación de este tipo, en la que la nueva 'función de producción' - enteramente originada en esfuerzos locales de investigación y desarrollo - reduce marcadamente los costos directos de producción permitiendo a la firma operar rentablemente aún en una escala que tradicionalmente se ha considerado como antieconómica en los medios técnicos de esta industria.

Cerramos aquí la presente secuencia descriptiva. La misma nos ha permitido iluminar ciertos rasgos centrales (por supuesto a costa de dejar otros de lado) del mercado de rayon, del comportamiento de Ducilo en el mismo, y del significado del cambio tecnológico (tanto de Ducilo como de su competencia) en la génesis del equilibrio a través del tiempo. Hemos visto como el cambio tecnológico constituye una respuesta a la necesidad de ampliar el rendimiento de la capacidad instalada, a la entrada y expansión de firmas competitivas, a la conveniencia o inevitabilidad de sustituir materias primas, a la necesidad de contrarrestar las deseconomías de escala emergentes de una fuerte contracción del mercado, a la conveniencia de sustituir capital por trabajo en el proceso productivo, etc.

El siguiente capítulo, último de este estudio examina brevemente el interés de los resultados alcanzados a lo largo de esta investigación.

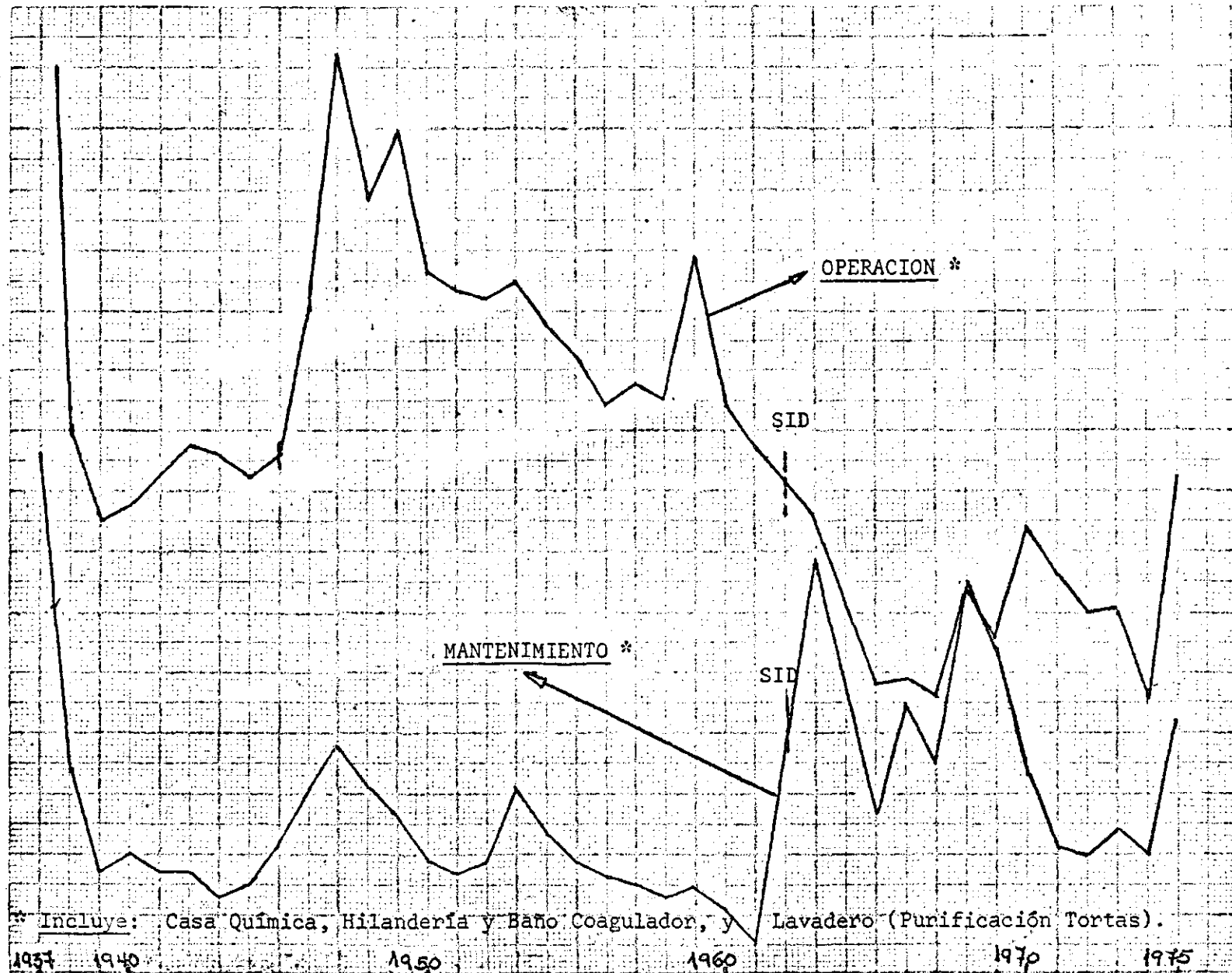
APENDICE

Gráfico 6: Costos unitarios de mano de obra directa (diagrama).

Cuadro 8: Costos unitarios de mano de obra directa.

Gráfico 6

COSTOS UNITARIOS SELECCIONADOS DE MANO DE OBRA DIRECTA
(m\$ñ constantes 1937 por Tn de Rayon)



Cuadro 7

COSTOS UNITARIOS SELECCIONADOS DE MANO DE OBRA DIRECTA

(m\$N constantes 1937 por Tn de Rayon)

AÑOS	MANO DE OBRA INDIRECTA			MANO DE OBRA DIRECTA															
	Laborat.	Exp.Q.y Mec.	As.Tec.Pl.	TOTALES				CASA QUIMICA				HILANDERIA				LAVADERO			
				Operación		Mantenim.		Operación		Mantenim.		Operación		Mantenim.		Operación		Mantenim.	
				m\$N	%	m\$N	%	m\$N	%	m\$N	%	m\$N	%	m\$N	%	m\$N	%	m\$N	%
1937	4,5	6,7	11,2	27,48	100	10,59	100	6,14	22,34	1,91	18,04	14,74	53,64	7,28	68,74	6,6	24,02	1,4	13,22
1938	2,6	4,6	7,2	11,0	100	5,4	100	2,8	25,45	0,90	16,67	5,0	45,46	3,9	72,22	3,2	29,09	0,8	11,11
1939	1,1	1,69	2,8	9,5	100	3,65	100	2,03	21,37	0,57	15,62	4,71	49,58	2,74	75,06	2,76	29,05	0,34	9,32
1940	1,58	1,30	2,9	9,83	100	4,10	100	2,11	21,46	0,58	14,15	4,73	48,12	3,04	74,15	2,99	30,42	0,48	11,70
1941	1,34	1,26	2,6	10,32	100	3,74	100	2,32	22,48	0,66	17,65	5,10	49,42	2,64	70,59	2,90	28,10	0,44	11,76
1942	1,11	1,10	2,2	10,75	100	3,70	100	2,44	22,70	0,61	16,49	5,45	50,70	2,77	74,86	2,86	26,60	0,32	8,55
1943	1,08	1,11	2,2	10,56	100	3,32	100	2,33	22,06	0,51	15,36	5,02	47,54	2,51	75,60	3,21	30,40	0,30	9,04
1944	1,0	0,81	1,8	10,21	100	3,47	100	2,26	22,14	0,44	12,68	4,77	46,71	2,61	75,22	3,18	31,15	0,42	12,10
1945	0,89	1,03	1,9	10,64	100	4,23	100	2,19	20,58	0,54	12,77	4,93	46,34	3,24	76,59	3,52	33,08	0,45	10,64
1946	0,80	0,92	1,7	13,34	100	5,06	100	2,35	17,62	0,57	11,26	6,09	45,65	4,01	79,25	4,9	36,73	0,48	9,49
1947	0,91	1,33	2,2	17,21	100	5,77	100	3,05	17,72	0,70	12,13	7,98	46,37	4,23	73,31	6,18	35,91	0,84	14,56
1948	0,87	1,27	2,2	14,75	100	5,13	100	3,52	23,86	0,75	14,62	6,37	43,19	3,77	73,49	4,86	32,95	0,61	11,89
1949	0,54	0,67	1,2	16,05	100	4,60	100	3,62	22,55	0,83	18,04	8,15	50,78	3,17	68,91	4,28	26,67	0,60	13,05
1950	0,43	0,61	1,1	13,64	100	3,89	100	2,36	17,30	0,62	15,94	7,33	53,74	2,71	69,67	3,95	28,96	0,56	14,39
1951	0,56	0,94	1,5	13,31	100	3,67	100	2,52	18,53	0,53	14,44	7,25	54,47	2,77	75,48	3,54	26,60	0,37	10,08
1952	0,66	0,46	1,1	13,22	100	3,92	100	2,54	19,21	0,59	15,05	7,17	54,24	2,81	71,68	3,51	26,55	0,52	13,27
1953	0,76	0,86	1,6	13,46	100	5,08	100	2,41	17,51	0,52	12,20	7,51	55,79	3,91	76,97	3,54	26,30	0,55	10,83
1954	0,77	0,86	1,7	12,84	100	4,34	100	2,32	18,67	0,59	13,59	7,15	55,69	3,29	75,81	3,37	26,24	0,46	10,60
1955	0,85	1,05	1,9	12,18	100	3,85	100	2,27	18,64	0,64	16,62	6,59	54,11	2,74	71,17	3,32	27,25	0,47	12,21
1956	0,88	1,09	2,0	11,36	100	3,55	100	2,13	18,75	0,53	14,93	6,14	54,05	2,58	72,68	3,09	27,20	0,44	12,39
1957	0,92	1,15	2,1	11,79	100	3,54	100	2,14	18,15	0,54	15,25	6,57	55,73	2,63	74,29	3,08	26,12	0,37	10,46
1958	0,89	1,18	2,1	11,49	100	3,31	100	2,12	18,45	0,51	15,41	6,49	56,48	2,37	71,60	2,88	25,07	0,43	12,99
1959	1,35	1,33	2,7	13,93	100	3,45	100	2,35	16,87	0,67	19,42	7,8	55,99	2,31	66,96	3,78	27,14	0,47	13,62
1960	1,32	--	2,2	11,39	100	3,08	100	1,81	15,89	0,60	19,48	6,82	59,88	2,09	67,86	2,76	24,23	0,39	12,66
1961	1,62	--	2,3	10,71	100	2,52	100	1,75	16,34	0,58	23,02	6,54	61,06	1,63	64,68	2,42	22,60	0,31	12,30
1962	(Datos no disponibles)																		
1963	1,56	--	2,9	9,60	100	8,88	100	2,17	22,60	1,80	20,27	5,87	61,15	5,17	58,22	1,56	16,25	1,91	21,51
1964	0,70	--	1,3	8,12	100	6,21	100	1,84	22,66	1,26	20,29	4,92	60,59	4,02	64,73	1,36	16,75	0,93	14,98
1965	0,67	--	0,9	6,81	100	4,74	100	1,58	23,70	0,88	18,57	4,14	60,79	2,98	62,86	1,09	16,01	0,88	18,57
1966	0,91	--	1,2	6,88	100	6,47	100	1,79	26,01	1,24	19,17	4,03	58,58	4,42	68,32	1,06	15,41	0,81	12,51
1967	0,93	--	1,1	6,60	100	5,52	100	1,97	29,85	1,26	22,87	3,80	57,57	3,50	63,52	0,83	12,58	0,75	13,61
1968	0,90	--	1,2	8,38	100	8,45	100	2,03	24,22	1,64	19,41	4,96	59,19	5,82	68,88	1,39	16,59	0,99	11,71
1969	0,60	--	0,6	7,55	100	7,37	100	1,84	24,37	1,58	21,44	4,45	58,94	4,90	66,49	1,26	16,69	0,89	12,07
1970	0,96	--	1,0	9,44	100	5,29	100	2,5	26,48	0,98	18,53	5,46	57,84	3,68	69,57	1,48	15,68	0,63	11,90
1971	0,54	--	0,6	8,55	100	4,11	100	2,12	24,80	0,49	11,92	5,22	61,05	3,17	77,13	1,21	14,15	0,45	10,95
1972	0,60	--	0,6	8,04	100	4,04	100	1,98	24,63	0,45	11,14	4,84	60,20	3,18	78,71	1,22	15,17	0,41	10,15
1973	0,62	--	0,6	8,07	100	4,35	100	1,93	23,92	0,59	13,56	4,93	61,09	3,33	76,55	1,21	14,99	0,43	9,89
1974	--	--	--	6,62	100	4,03	100	1,78	26,89	0,51	12,66	3,85	58,16	3,10	76,92	0,99	14,95	0,42	10,42
1975	--	--	--	10,15	100	6,20	100	3,20	31,53	0,70	11,29	5,2	51,23	4,78	77,10	1,75	17,24	0,72	11,61

Fuente: Registros de la Compañía. Tabulación propia.

VII. PRINCIPALES RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACION

Capítulos anteriores de este trabajo han examinado la performance de largo plazo de Ducilo Rayon y la inter-relación que esta guarda tanto con el flujo de esfuerzos tecnológicos internos a la planta, como con la incorporación de equipos de capital más modernos, adquiridos en este caso de segunda mano de la propia casa matriz, cuando ésta cerrara su planta productora de rayon de Old Hickory.

Asimismo, hemos podido apreciar que el cambio tecnológico influye no solamente sobre los costos de producción del establecimiento estudiado, sino que también lo hace sobre la calidad del producto elaborado, sobre el grado de diversificación del output-mix comercializado, sobre el ritmo de expansión de la capacidad instalada, etc. Simultáneamente con lo anterior hemos visto que el cambio tecnológico de Ducilo Rayon hubo de generar externalidades de significación que beneficiaron tanto a proveedores de equipos y repuestos, como a clientes de la empresa, compradores de rayon y productores de tejidos.

El propósito de este capítulo es el de resumir los principales resultados alcanzados en esta investigación, así como el de puntualizar el interés de los mismos en algunos de los campos teóricos que han sido transitados a lo largo del estudio.

Definición y carácter 'endógeno' y 'localizado' del cambio tecnológico

A lo largo de este trabajo el 'cambio tecnológico' ha sido definido como toda modificación tanto del producto como del proceso de producción, introducidos por Ducilo a través de los años, independientemente de si dicha modificación fue o no novedosa a escala de la industria local del rayon, o a nivel de la tecnología de dicho producto conocida en el plano universal. Condición necesaria y suficiente para su inclusión ha sido el que dicha modificación de la rutina de funcionamiento fuera novedosa para Ducilo en sí misma.

Así, por ejemplo, hemos considerado cambio tecnológico tanto al aumento en la velocidad de hilatura como a los sucesivos mejoramientos de calidad del producto elaborado, al lanzamiento de una nueva variedad de producto o la puesta en marcha de una práctica más eficiente de recuperación de materias primas. Similarmen-te, hemos dicho que es cambio tecnológico tanto el que se requiere para disminuir el índice de defectos y desperdicios por kilogramo de rayon producido, como el que demanda la sustitución de una materia prima por otra. Y así sucesivamente. Podríamos aquí presentar una larga lista de 'acciones tecnológicas' que, en mayor o menor medida, todo establecimiento industrial de cierta significación lleva a cabo como parte de su actividad cotidiana tratando de incrementar el ritmo de funcionamiento de sus equipos, de mejorar la calidad del producto elaborado, lanzar nuevas variedades al mercado, reducir costos, etc. Dicho flujo de actividades tecnológicas tiene como consecuencia la gradual modificación evolutiva de la rutina de funcionamiento seguida por la firma en cuestión.

El análisis económico del cambio tecnológico ha encontrado difícil hasta hace relativamente poco tiempo: a) incorporar la idea de que "la" tecnología de una planta industrial debe ser vista como parte de un proceso evolutivo permanente y, b) elaborar una teoría endógena del cambio tecnológico que permita comprender tanto las razones que determinan el proceso de "búsqueda tecnológica" seguido

por una firma en particular, como la incidencia de los conocimientos tecnológicos elaborados sobre la performance de largo plazo de la empresa involucrada.

Es sólo en fecha reciente que la profesión ha comenzado a mostrar signos claros de progreso en la comprensión de los fundamentos microeconómicos del cambio tecnológico, dejando atrás la idea convencional de "función de producción", definida como la representación estática del conjunto de técnicas de producción exógenamente dadas a la firma, y el concepto, también estático, de "frontera de posibilidades innovativas" (FPI), indicativo del conjunto de cambios tecnológicos ahorradores de capital y mano de obra accesibles a un empresario en un momento dado del tiempo.

Un primer paso de importancia en esta materia ha sido el dado por Arrow en 1962. ^{60/} A partir del mismo el cambio tecnológico comienza a verse como un fenómeno 'endógeno' a la firma, como algo que emerge de la misma y no que llega inesperadamente como "manna" del cielo. Aún cuando los modelos de tradición Arrowiana, en los que la firma recoge los beneficios de 'aprender haciendo' (learning by doing) como un mero subproducto de la actividad industrial, presentan una especificación sumamente elemental de la microeconomía del cambio tecnológico, ya los mismos permiten comprender que el óptimo de producción bajo condiciones estáticas subestima el nivel óptimo de producción alcanzable bajo condiciones dinámicas, cuando la firma aprende al mismo tiempo que produce. ^{61/}

Admitido el carácter 'endógeno' del cambio tecnológico, un segundo paso de importancia ha sido el de trascender del escenario sencillo del 'learning by doing' a fin de plantear la existencia de una estrategia tecnológica explícita por parte de la firma.

La aceptación de la existencia de una estrategia tecnológica explícita de mejoramiento gradual de la tecnología disponible supone visualizar al cambio tecnológico como 'localizado', es decir específico a una técnica en particular y no de naturaleza general capaz de incidir sobre todas y cada una de las distintas técnicas que componen la función de producción. Veamos este punto.

Hace algo menos de una década A.B. Atkinson y J.E. Stiglitz publicaron su conocido trabajo sobre "cambio tecnológico localizado". Dicen dichos autores en su monografía original: "Existen diversas diferencias entre el conocimiento tecnológico y el conocimiento científico básico... La diferencia más importante es, sin embargo, el hecho de que el conocimiento tecnológico es específico de un proceso de producción en particular, (mientras que el conocimiento científico básico no lo es). En otros términos, la mejora de una técnica dada deja a las otras técnicas sin modificar". ^{62/}

La importancia de esta nueva forma de ver el fenómeno tecnológico no puede negarse. La misma nos enfrenta con un escenario sustancialmente distinto del

^{60/} K. Arrow: "The economic implications of learning by doing." Review of Economic Studies, June 1962.

^{61/} A.B. Atkinson y J.E. Stiglitz: "A new view of technological change." Economic Journal, September 1969.

^{62/} A.B. Atkinson y J.E. Stiglitz: Op. Cit. (versión mimeografiada), pág. 2.

escenario neoclásico.

La función de producción neoclásica no es más que una curva que representa una serie de técnicas, o procesos de producción, sucesivamente ordenados según la intensidad relativa de capital y trabajo que cada uno de ellos requiere para elaborar idéntica cantidad de un producto homogéneo. Cuando sólo existe un número finito de procesos de producción (dos, tres, por ejemplo) el economista recurrir al análisis de actividades (programación lineal sería una de las posibles técnicas analíticas). Si, en cambio, suponemos que el número de procesos de producción aumenta considerablemente podemos recurrir a una curva continua y diferenciable en todos sus puntos, típica del modelo neoclásico de producción.

Ahora bien, mientras que en este último enfoque el cambio tecnológico desplaza al conjunto de la curva, cuando el progreso tecnológico es localizado la mejora de uno cualquiera de los procesos de producción existentes no necesariamente incide sobre las restantes técnicas que conforman la función de producción.

Dos temas adquieren gran significación dentro del debate teórico que se origina en torno al concepto del cambio tecnológico 'endógeno' y 'localizado'. Por un lado, y dado que el flujo de innovaciones 'menores' posteriores a la selección de una técnica de producción específica sólo habrá de afectar a dicha técnica en particular, la decisión histórica del empresario al elegir una técnica de producción dada adquiere enorme significación. Como dice P. David 63/: "La selección histórica de técnicas de producción gobierna de esta manera el futuro". Ello es así ya que será esa técnica de producción, y no todas las restantes, las que 'incorporen' los beneficios del aprendizaje.

Por otro lado, el cambio tecnológico 'endógeno' y 'localizado' ya no llega al empresario gratuitamente, como manna del cielo, de la forma en que lo hace en el análisis neoclásico convencional, sino que tiene un cierto costo, expresado en términos de gastos de investigación y desarrollo. Esto último nos lleva a un tema que ha concitado fuerte interés en la literatura del cambio tecnológico en años recientes y que habremos de examinar bajo el rótulo de "naturaleza micro-económica del proceso de búsqueda tecnológica y de innovación inducida". A ambos aspectos nos dedicaremos a continuación, comenzando por este último.

Hace ya algunos años Ch. Kennedy 64/ introdujo el concepto de 'frontera de posibilidades innovativas', como un artificio analítico destinado a examinar la posible existencia de sustituibilidad entre programas innovativos ahorradores de mano de obra y aquellos otros ahorradores de capital. Por analogía con la curva de transformación típica de la teoría de la producción, Kennedy postuló en dicho momento la existencia de una función de transformación entre cambios tecnológicos ahorradores de uno y otro factor productivo, y de allí en más procuró emplear dicho instrumento analítico para discutir un tema que ha sido crucial tanto para la teoría de la innovación como para la teoría del crecimiento, desde que Sir J. Hicks planteara su famosa concepción de la innovación inducida en su "Theory of

63/ P. David: Technical Choice, Innovation and Economic Growth, Cambridge University Press, 1975 - Pág. 60.

64/ Ch. Kennedy: "Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution". Economic Journal, September 1964.

Wages" 65/. Nos referimos aquí al sesgo ahorrador de mano de obra que necesariamente debe poseer el cambio tecnológico (y la búsqueda tecnológica realizada por los empresarios) para que el mismo equilibre la participación relativa de capital y trabajo en la distribución del ingreso y haga que la teoría resulte compatible con los hechos observados, 66/ (sin tener que recurrir al supuesto algo más extremo de una elasticidad de sustitución unitaria).

Sin embargo, tanto la forma como la posición de la FPI (frontera de posibilidades innovativas) no fueron explícitamente examinadas por Kennedy, o por los subsiguientes autores que encararon el tema no ya con vistas a construir la estructura analítica de una teoría de la innovación, sino más explícitamente preocupados por la teoría neoclásica de la distribución del ingreso y por el papel que el cambio tecnológico no neutral (ahorrador de mano de obra) debe cumplir en el modelo formal para hacer compatible dicha teoría con los "hechos estilizados" del crecimiento económico. (La constancia de las participaciones relativas de capital y trabajo en el ingreso). 67/

Así es que llegamos hasta fechas relativamente recientes sin contar con una teoría de la innovación que tenga un sólido fundamento microeconómico. En 1973 W.D. Nordhaus 68/ en un artículo destinado a mostrar el hecho de que la FPI está basada en supuestos sumamente restrictivos, introdujo el concepto de la "iso-técnica", que es aquel conjunto de innovaciones técnicas alcanzables a partir de un cierto gasto en tareas de investigación y desarrollo. En el marco de una situación en la que se supone la existencia de total certidumbre, la 'iso-técnica' describe un mundo en el que para movernos de una técnica productiva a otra son necesarios ciertos recursos. Cuanto mayor es el monto de los

65/ J. Hicks: The Theory of Wages - Macmillan, 1932. En páginas 124 y siguientes Hicks argumenta que una reducción relativa en el costo de capital habrá de inducir la búsqueda de invenciones e innovaciones relativamente ahorradoras de trabajo. Este es justamente el punto en que W.E.G. Salter planteara su desacuerdo con Hicks diciendo que si dicha búsqueda se realiza dentro del marco del conocimiento tecnológico existente ("within the fold of existing knowledge") las nuevas técnicas ahorradoras de mano de obra son sólo una forma de sustitución de factores. Se confunden en dicho caso progreso técnico y sustitución, o movimientos a lo largo y cambios en la función de producción. Si, en cambio, Hicks implica que se habrán de buscar nuevos conocimientos ahorradores de mano de obra, Salter se halla en franco desacuerdo. Véase W.E.G. Salter: Productivity and Technical Change. Cambridge, 1960, pág. 43.

66/ Observamos por un lado, un aumento en el K/L ratio, y una elasticidad de sustitución entre capital y trabajo menor que la unidad. Frente a ello la participación relativa del trabajo en el ingreso debería haber subido. La constancia (o caída) de la misma sólo puede ser explicada por un cambio tecnológico inducido de carácter no neutral, y/o por un cambio autónomo de FPI. Dado que la teoría no ilumina lo referente a forma y posición de esta última, la misma es poco útil como herramienta de análisis en este campo. Véase, P. David: "Technical Choice, Innovation and Economic Growth", Cambridge University Press, 1975 - Pág. 52.

67/ Véase, por ejemplo: P.A. Samuelson: "A Theory of Induced Innovation along Kennedy-Weizsacher lines", Review of Economics and Statistics, Noviembre 1965, pág. 343.

68/ W.D. Nordhaus: "Some skeptical Thought on the Theory of Induced Innovation". Quarterly Journal of Economics, Vol. 87, 1973, pág. 208.

mismos, mayor es la traslación. Desde este punto de vista el modelo de producción neoclásico corresponde a la situación extrema de una iso-técnica de valor cero (es decir, el valor de adquisición de las distintas técnicas resulta nulo).

La contribución de Nordhaus, además de poner de manifiesto el carácter extremo de los supuestos que subyacen bajo la FPI neoclásica ^{69/}, abre el camino para la exploración de posibles programas de 'búsqueda tecnológica' por parte de una firma individual. H. Binswanger, en un trabajo dado a conocer en 1974, ha desarrollado considerablemente la teoría disponible en este campo, al adoptar como esquema de análisis un caso general en el que la firma busca maximizar los retornos de sus gastos de investigación y desarrollo y para ello toma en cuenta no sólo los precios relativos de factores (como en la visión original de Hicks) y la incidencia relativa de cada uno de los factores en el costo de producción (como en el planteo de Kennedy, Weizsacher y Samuelson), sino que también toma en cuenta el costo de los distintos programas de investigación y desarrollo que está en condiciones de encarar, (el que depende de su aprendizaje y experiencia anterior), la productividad relativa de los esfuerzos tecnológicos en cada uno de ellos (que a su vez depende de lo alcanzado previamente en cada una de las posibles líneas de mejoramiento de la tecnología disponible) y la escala global de operaciones que regula la magnitud de los beneficios derivados de la investigación. En el esquema analítico de Binswanger la inversión en investigación y desarrollo debe proseguir hasta el punto en el que los beneficios marginales de "producir" conocimientos tecnológicos igualan a los costos marginales de investigación en las distintas "vías" factibles de incorporar mejoras tecnológicas incrementales. ^{70/} Sólo en ese punto (y no necesariamente en el nivel tecnológico máximo factible de alcanzar sin tomar en cuenta las restricciones de economicidad ^{71/}) habrá de detenderse el esfuerzo tecnológico mejorativo, adquiriendo aquí prioridad otras opciones de inversión, como puede ser la renovación completa de la planta industrial. ^{72/}

^{69/} El supuesto más importante que subyace bajo la FPI es que la tasa de cambio tecnológico ahorrador de un cierto factor es independiente del nivel de ahorro de dicho factor previamente alcanzado. Así, a medida que se acumula progreso tecnológico ello no tiene incidencia sobre el "trade-off" entre cambios tecnológicos ahorradores de capital y aquéllos ahorradores de mano de obra. Esta es una condición excesivamente fuerte. Véase: W.D. Nordhaus: Op. Cit., pág. 215

^{70/} Es interesante observar que cuando se fija un presupuesto de I y D separadamente del presupuesto de inversiones en equipo físico bien puede ocurrir que la firma no logre maximizar los retornos sobre inversión total. Para que ello ocurra la tasa de ganancia en ambas formas de inversión debería igualarse en el margen, y la existencia de restricciones presupuestarias puede dificultar dicha igualación, al tiempo que también puede introducir un cierto sesgo en el tipo de proyectos de investigación elegidos.

^{71/} Una situación similar ha sido examinada por el presente autor en: Importación de Tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente - Fondo de Cultura Económica, México, 1976 - Capítulo 3.

^{72/} Véase, respecto a la disyuntiva entre modernizar y renovar una determinada planta industrial, el trabajo de A. Canitrot: Un esquema para evaluar la significación de las variables macroeconómicas en el análisis de decisión de incorporación de tecnologías. Monografía de Trabajo N°12, Programa BID/CEPAL

Sobre la base de la discusión anterior, y a efectos de retomar el análisis del caso Ducilo, parece conveniente preguntarnos ahora qué es lo que la presente investigación nos enseña acerca de: a) el ritmo, naturaleza, etc. del cambio tecnológico incorporado por esta empresa a lo largo de los años y, b) los determinantes del 'pay-off' de los distintos programas de cambio tecnológico desarrollados por Ducilo Rayon a través del tiempo.

Consideremos primero lo referente al costo de distintos programas alternativos de investigación y desarrollo. Parece claro que en este sentido tres determinantes cruciales a ser tenidos en cuenta son: 1) el hecho de si la casa matriz (o alguna otra fuente de externalidades, universidades, por ejemplo) se halla desarrollando (o ya ha llevado a cabo) un programa de creación de conocimientos tecnológicos que de alguna manera reduce o abarata el monto y tipo de esfuerzos tecnológicos que la firma debe realizar per se a efectos de alcanzar un determinado resultado. 2) La existencia o no (y el costo alternativo) de los distintos tipos de profesionales y técnicos involucrados en diferentes programas de I y D. Por ejemplo, la presencia o ausencia (y el costo) de ingenieros y técnicos electromecánicos vis a vis profesionales y técnicos químicos. c) La experiencia de I y D acumulada por el elenco de ingeniería a través del tiempo.

Estas variables sin duda han incidido sobre la conducta tecnológica de Ducilo a través de los años. El principal programa de investigación y desarrollo de la primera década de funcionamiento de esta empresa, relacionado con la velocidad de hilatura - Hilatura de Tubos - constituye una línea de exploración que la firma encara sólo poco tiempo más tarde que su casa matriz, y sin lugar a dudas aprovechando un significativo monto de información proveniente de los archivos técnicos de Old Hickory. En forma semejante, podemos observar que el programa de Hilatura de Altos Sólidos - que tiene un gran contenido relativo de exploración de carácter químico (comparado, por ejemplo con el programa de Hilatura de Tubos que es prominentemente de naturaleza mecánica), se lleva a cabo recién a partir de la segunda mitad de la década de los años 1950, y más intensamente aún durante la primera mitad de los años 1960, época en que la empresa cuenta con una importante dotación de ingenieros químicos graduados en la Facultad de Ingeniería Química de la Provincia de Santa Fé, que por ese entonces es la más importante fuente de formación de profesionales químicos existente en el país. Finalmente, la experiencia acumulada en I y D también juega un papel de significación en la determinación de los proyectos de investigación, y no solamente lo hace en relación a la misma línea de producción que la genera, sino que puede tener un elevado grado de transferibilidad, como observamos en los ejemplos de transferencia de profesionales de Experimentos Mecánicos y Químicos de Rayon a las plantas productoras de Papel Celofán, Nylon y Gas Freón.

En resumen, pues: desde el punto de vista del costo de realización de los distintos programas alternativos de I y D que una empresa puede potencialmente encarar en un determinado momento de tiempo observamos que el mismo depende tanto del tipo y nivel cualitativo de los profesionales y técnicos involucrados en los mismos, de la experiencia de I y D acumulada por estos a través de los años, del monto de externalidades que dicho elenco profesional pudo haber recogido a partir de conocimientos tecnológicos previamente generados por otra entidad de investigación (casa matriz, universidad, etc.), de la complejidad y grado de novedad del

Asimismo, el material presentado revela que la presión competitiva -ya claramente identificada como un elemento inductor del cambio tecnológico por los economistas clásicos- decididamente ejerce una fuerte influencia sobre el tipo de 'búsqueda tecnológica' llevada a cabo por una empresa específica.

En la medida en que muestran que 'la necesidad es la madre de la invención' nuestros resultados no hacen sino reafirmar algunas de las ideas más antiguas y ortodoxas que la profesión maneja en materia de cambio tecnológico.

alcance destinados a modificar sustancialmente tanto el proceso como el producto.

Publicación Impresa por
Reprografías JMA S.A.
SAN JOSE 1573
Buenos Aires

